



**RICARDO MANUEL  
CORREIA GASPAR**

**Implementação do Regime de Responsabilidade Ambiental  
na CIRES**





**RICARDO MANUEL  
CORREIA GASPAR**

**Implementação do Regime de Responsabilidade Ambiental  
na CIRES**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Dr.<sup>a</sup> Myriam Lopes, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.



## **O júri**

Presidente

**Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais**

Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

**Doutora Ana Margarida Araújo Barros Fonseca**

Professora Associada da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa

**Doutora Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes**

Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer em primeiro lugar à Companhia Industrial de Resinas Sintéticas, Lda (CIRES), que proporcionou a realização deste estágio curricular, em especial ao Engenheiro Pedro Gonçalves, ao Engenheiro Rui Batista, e às técnicas Helena Oliveira e Carla Silva pela sua simpatia, disponibilidade, ajuda prestada e apoio que sempre me concederam.

Queria também agradecer à Doutora Myriam Lopes, Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento, orientadora desta tese, pela sua ajuda, incentivo e apoio proporcionado.

A todos os meus amigos, que directa ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho, pelo seu apoio, incentivo, ajuda e coragem que sempre me incutiram.

Finalmente, e não menos importante, queria agradecer à minha família, pais e avós, pelo apoio incondicional e confiança, que proporcionaram ao longo desta etapa, e a quem dedico por inteiro este trabalho.

**Palavras-Chave**

CIRES, Responsabilidade Ambiental, legislação, estado inicial, fontes de risco, avaliação de riscos .

**Resumo**

O presente relatório surge na sequência do estágio realizado na unidade industrial da CIRES sobre a temática da Responsabilidade ambiental. É apresentada a evolução da legislação e de metodologias referentes à aplicação deste regime tanto na EU como nos EUA.

Neste contexto, foi realizada uma caracterização do estado inicial, referente aos descritores ambientais, espécies e habitats protegidos, água e solo, na área concelhia de Estarreja. Foram identificadas 15 espécies protegidas, 9 habitats, sendo um deles protegido. Das massas de água superficiais consideradas, 7 apresentam estado “mediocre”, 5 em estado “razoável” e 2 em “bom” estado. As 2 massas de água subterrâneas identificadas, Quaternário de Aveiro e Cretácico de Aveiro, apresentam estado “mediocre”. Quanto ao estado do solo, foi identificado um passivo de contaminação com mais de 50 anos.

Foi ainda realizada uma abordagem dos riscos, para a saúde humana e ambiente, associados à actividade da Cires, através da identificação das fontes de risco e perigosidade das substâncias utilizadas, o enquadramento histórico de acidentes em instalações semelhantes à da CIRES, identificação dos cenários de risco e respectiva avaliação.

**Keywords**

CIRES, Environmental Liability, legislation, initial state, sources of risk, risk assessment.

**Abstract**

This report follows the internship held at the industrial unit of CIRES on the theme of environmental liability. It shows the evolution of legislation and methodologies for the application of this regime both in the EU and USA.

In this context, it was performed a characterization of the initial state, referring to environmental descriptors, protected species and habitats, water and soil in the district council of Estarreja. It was identified 15 protected species, 9 habitats, one being protected. Of surface water bodies considered, 7 presents “poor” condition, 5 presents “reasonable” condition and 2 in “good” condition. The two groundwater bodies identified, Quaternary and Cretaceous of Aveiro, have been classified as “poor” condition. As regards the state of the soil, it was identified a background of contamination with more than 50 years.

It was also held a discussion of risks, to human health and the environmental, associated with the activity of CIRES, by identifying the sources of risk and hazard of substances used, the historical background of accidents at similar facilities at CIRES, identification of risk scenarios and their assessment.



## ÍNDICE

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ACRÓNIMOS.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO DO TEMA.....	1
1.2. OBJECTIVOS.....	2
1.3. METODOLOGIA .....	3
1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....	4
<b>2. RESPONSABILIDADE AMBIENTAL.....</b>	<b>7</b>
2.1. ENQUADRAMENTO LEGAL .....	7
2.2. PROCESSO PARA A APLICAÇÃO DO REGIME RA.....	14
2.3. OBRIGAÇÕES DO OPERADOR.....	18
2.3.1. PREVENÇÃO E REPARAÇÃO.....	18
2.3.2. COMUNICAÇÃO ÀS AUTORIDADES COMPETENTES .....	21
2.3.3. GARANTIAS FINANCEIRAS .....	22
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE INDUSTRIAL DA CIRES.....</b>	<b>27</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	27
3.2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO .....	29
3.3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL.....	32
3.4. GESTÃO DE RECURSOS .....	36
3.5. SISTEMAS DE TRATAMENTO E CONTROLO DE EMISSÕES .....	37
3.6. FONTES DE EMISSÃO.....	42
3.7. MONITORIZAÇÃO DAS EMISSÕES E VALORES LIMITE DE EMISSÃO (VLE).....	45
<b>4. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA ENVOLVENTE.....</b>	<b>51</b>
4.1. POPULAÇÃO .....	51
4.2. CLIMA.....	53
4.2.1. TEMPERATURA DO AR .....	53
4.2.2. PRECIPITAÇÃO .....	54
4.2.3. VELOCIDADE E DIRECÇÃO DO VENTO .....	55
4.3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	55
4.3.1. ALTIMETRIA E RELEVO.....	56
4.3.2. SISMICIDADE .....	58

<b>5.</b>	<b>APLICAÇÃO DO REGIME DE RESPONSABILIDADE AMBIENTAL À CIRES .....</b>	<b>61</b>
5.1.	ESPÉCIES E HABITATS NATURAIS PROTEGIDOS .....	61
5.1.1.	CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO INICIAL .....	62
5.1.1.1.	FAUNA .....	64
5.1.1.2.	FLORA .....	70
5.1.1.3.	HABITATS .....	73
5.2.	ÁGUA .....	79
5.2.1.	CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO INICIAL .....	81
5.2.1.1.	ÁGUAS SUPERFICIAIS .....	82
5.2.2.2.	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS .....	90
5.3.	SOLO .....	95
5.3.1.	CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO INICIAL .....	97
5.3.1.1.	UNIDADES PEDOLÓGICAS .....	97
5.3.1.2.	USO DO SOLO .....	98
5.3.1.3.	RAN E REN .....	103
5.3.2.	PASSIVO DE CONTAMINAÇÃO DE SOLOS .....	107
5.4.	IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E PREVENÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTE .....	114
5.4.1.	IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS .....	115
5.4.1.1.	FONTES DE RISCO INTERNAS .....	115
5.4.1.2.	FONTES DE RISCOS EXTERNAS .....	118
5.4.1.3.	ANÁLISE DA PERIGOSIDADE DAS SUBSTÂNCIAS UTILIZADAS .....	120
5.4.1.4.	ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES .....	124
5.4.1.5.	ANÁLISE HAZOP .....	131
5.4.1.6.	DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO ADOPTADAS PELA CIRES .....	134
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>137</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>143</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>155</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – FLUXOGRAMA DE APOIO À DECISÃO PARA O ENQUADRAMENTO NO REGIME RA.....	18
<b>FIGURA 2</b> – FLUXOGRAMA DE ACTUAÇÃO NO ÂMBITO DO REGIME RA.....	21
<b>FIGURA 3</b> – ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA UNIDADE INDUSTRIAL DA CIRES.....	27
<b>FIGURA 4</b> – ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DO CONCELHO DE ESTARREJA E RESPECTIVAS FREGUESIAS.....	28
<b>FIGURA 5</b> – ESQUEMA SIMPLIFICADO DOS PRINCIPAIS FLUXOS NO FABRICO DE PVC.....	30
<b>FIGURA 6</b> – EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO NO CONCELHO DE ESTARREJA, SEGUNDO OS GRUPOS ETÁRIOS, ENTRE 2001 E 2011.....	51
<b>FIGURA 7</b> – TEMPERATURA DO AR EM AVEIRO - VALORES MÉDIOS E ABSOLUTOS, 1971 - 2000.....	54
<b>FIGURA 8</b> – PRECIPITAÇÃO - VALORES MÉDIOS E MÁXIMOS, 1971 - 2000.....	54
<b>FIGURA 9</b> – ROSA-DOS-VENTOS - ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE S. JACINTO, 1954 - 1980.....	55
<b>FIGURA 10</b> – RELEVO DO CONCELHO DE ESTARREJA.....	57
<b>FIGURA 11</b> – DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS SÍSMICAS EM PORTUGAL CONTINENTAL (A); CARTA DE ISOSSISTAS DE INTENSIDADE MÁXIMA (B).....	59
<b>FIGURA 12</b> – CARTA DE CONDICIONANTES DA ZPE DA RIA DE AVEIRO NO CONCELHO DE ESTARREJA.....	63
<b>FIGURA 13</b> – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES FAUNÍSTICAS PRESENTES NO CONCELHO DE ESTARREJA.....	65
<b>FIGURA 14</b> – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS CLASSES ANFÍBIOS (A), PEIXES (B) E AVES (C) PRESENTES NO CONCELHO DE ESTARREJA E RESPECTIVA LEGENDA (D).....	67
<b>FIGURA 15</b> – EXEMPLOS DE ESPÉCIES DE AVES CONSIDERADAS PRIORITÁRIAS, PELA RESOLUÇÃO DO CONCELHO DE MINISTROS Nº 115-A/2008, CLASSIFICADAS COM ESTATUTO DE AMEAÇA. ÁGUIA-PESQUEIRA (A); ÁGUIA-SAPEIRA (B); GARÇOTE (C); PATO-NEGRO (D); GARÇA-VERMELHA (E); COLHEREIRO (F); ALFAIATE (G); ANDORINHA-DO-MAR-ANÃ (H).....	69
<b>FIGURA 16</b> – AVALIAÇÃO FINAL DAS ESPÉCIES FAUNÍSTICAS PRESENTES NO CONCELHO DE ESTARREJA, SEGUNDO O “RELATÓRIO NACIONAL DE IMPLEMENTAÇÃO DA DIRECTIVA HABITATS, 2001-2006”.....	70
<b>FIGURA 17</b> – MAPA DO POVOAMENTO FLORESTAL NO CONCELHO DE ESTARREJA.....	72
<b>FIGURA 18</b> – DISTRIBUIÇÃO DAS REGIÕES BIOGEOGRÁFICAS EM PORTUGAL CONTINENTAL E NAS REGIÕES AUTÓNOMAS DOS AÇORES E DA MADEIRA.....	73
<b>FIGURA 19</b> – AVALIAÇÃO FINAL DOS HABITATS PRESENTES NO CONCELHO DE ESTARREJA, SEGUNDO O “RELATÓRIO NACIONAL DE IMPLEMENTAÇÃO DA DIRECTIVA HABITATS, 2001-2006”.....	75
<b>FIGURA 20</b> – EXEMPLOS DOS TIPOS DE HABITATS NATURAIS CLASSIFICADOS COMO ESTANDO EM SITUAÇÃO FAVORÁVEL: PRADARIAS COM MOLINIA EM SOLOS CALCÁRIOS, TURFOSOS E ARGILÓ-LIMOSOS (A) E FLORESTAS ALUVIAIS DE ALNUS GLUTINOSA E FRAXINUS EXCELSIOR (B).....	75
<b>FIGURA 21</b> – EXEMPLOS DOS TIPOS DE HABITATS NATURAIS: ESTUÁRIOS (A), VEGETAÇÃO PIONEIRA DE SALICORNIA E OUTRAS ESPÉCIES ANUAIS DAS ZONAS LODOSAS E ARENOSAS (B), PRADOS DE SPARTINA (C), PRADOS SALGADOS ATLÂNTICOS (D), MATOS HALÓFITOS MEDITERRÂNICOS E TERMOATLÂNTICO... ..	77
<b>FIGURA 22</b> – EXEMPLO DO TIPO DE HABITAT NATURAL 1140.....	78
<b>FIGURA 23</b> – ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE ESTARREJA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO VOUGA.....	82

<b>FIGURA 24</b> – REDE HIDROGRÁFICA PRESENTE NO CONCELHO DE ESTARREJA. ....	83
<b>FIGURA 25</b> – VALOR PERCENTUAL DAS MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS, POR CLASSE DE QUALIDADE BIOLÓGICA. ....	85
<b>FIGURA 26</b> – VALOR PERCENTUAL DAS MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS, POR CLASSE DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA. ....	86
<b>FIGURA 27</b> – VALOR PERCENTUAL DAS MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS, POR CLASSE DE QUALIDADE HIDROMORFOLÓGICA. ....	87
<b>FIGURA 28</b> – AVALIAÇÃO GLOBAL DAS MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS, POR CLASSE DE QUALIDADE ECOLÓGICA. ....	88
<b>FIGURA 29</b> – DISTRIBUIÇÃO DOS TIPOS DE AQUÍFEROS QUE OCORREM NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO VOUGA. ....	91
<b>FIGURA 30</b> – MAPA DAS UNIDADES PEDOLÓGICAS PRESENTES NO CONCELHO DE ESTARREJA. ....	98
<b>FIGURA 31</b> – OCUPAÇÃO DO USO DO SOLO SEGUNDO O CORINE LAND COVER .....	100
<b>FIGURA 32</b> – CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO. ....	101
<b>FIGURA 33</b> – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS CATEGORIAS DE USO DO SOLO. ....	102
<b>FIGURA 34</b> – CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DO SOLO. ....	103
<b>FIGURA 35</b> – DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS RAN NO CONCELHO DE ESTARREJA. ....	105
<b>FIGURA 36</b> – DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS REN NO CONCELHO DE ESTARREJA. ....	106
<b>FIGURA 37</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DOS TIPOS DE ACIDENTE REFERENTES AO VCM. ....	124
<b>FIGURA 38</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DAS CAUSAS QUE ESTIVERAM NA ORIGEM DE ACIDENTES REFERENTES AO VCM. ....	125
<b>FIGURA 39</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DOS TIPOS DE ACIDENTE REFERENTES AO ARMAZENAMENTO DE GASÓLEO. ....	125
<b>FIGURA 40</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DAS CAUSAS QUE ESTIVERAM NA ORIGEM DE ACIDENTES REFERENTES AO ARMAZENAMENTO DE GASÓLEO. ....	126
<b>FIGURA 41</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DAS FONTES DE IGNIÇÃO QUE LEVARAM A INCÊNDIOS E EXPLOSÕES NO ARMAZENAMENTO EM RESERVATÓRIOS DE GASÓLEO. ....	126
<b>FIGURA 42</b> - CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DOS TIPOS DE ACIDENTE REFERENTES À TRANSFERÊNCIA DE GASÓLEO. ....	127
<b>FIGURA 43</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DAS CAUSAS QUE ESTIVERAM NA ORIGEM DE ACIDENTES REFERENTES À TRANSFERÊNCIA DE GASÓLEO. ....	127
<b>FIGURA 44</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DAS FONTES DE IGNIÇÃO QUE LEVARAM A INCÊNDIOS E EXPLOSÕES NA TRANSFERÊNCIA DE GASÓLEO. ....	127
<b>FIGURA 45</b> - CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DOS TIPOS DE ACIDENTE REFERENTES AO ARMAZENAMENTO DE FUELÓLEO. ....	128
<b>FIGURA 46</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DAS CAUSAS QUE ESTIVERAM NA ORIGEM DE ACIDENTES REFERENTES AO ARMAZENAMENTO DE FUELÓLEO .....	128
<b>FIGURA 47</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DAS FONTES DE IGNIÇÃO QUE LEVARAM A INCÊNDIOS E EXPLOSÕES NO ARMAZENAMENTO DE FUELÓLEO. ....	129

<b>FIGURA 48</b> - CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DOS TIPOS DE ACIDENTE REFERENTES À TRANSFERÊNCIA DE FUELÓLEO.....	129
<b>FIGURA 49</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DAS CAUSAS QUE ESTIVERAM NA ORIGEM DE ACIDENTES REFERENTES À TRANSFERÊNCIA DE FUELÓLEO. ....	130
<b>FIGURA 50</b> – CONCLUSÃO DA ANÁLISE HISTÓRICA DAS FONTES DE IGNIÇÃO QUE LEVARAM A INCÊNDIOS E EXPLOSÕES NA TRANSFERÊNCIA DE FUELÓLEO.....	130

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – ANÁLISE COMPARATIVA DOS PRINCIPAIS REQUISITOS ENTRE AS DIRECTIVAS SEVESO E A DIRECTIVA RA.....	10
<b>TABELA 2</b> – EXTENSÃO DAS COBERTURAS DAS APÓLICES DE SEGURO RELATIVAMENTE AOS TIPOS DE REPARAÇÃO OBRIGATÓRIOS .....	24
<b>TABELA 3</b> – REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A EXTRACÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NAS CAPTAÇÕES AC1 A AC4. ....	36
<b>TABELA 4</b> – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS/PARQUES DE ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO DE RESÍDUOS, EXISTENTES NA INSTALAÇÃO LOCALIZADA NO CQE.....	42
<b>TABELA 5</b> – IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE EMISSÃO PONTUAL PARA A ATMOSFERA .....	43
<b>TABELA 6</b> – MONITORIZAÇÃO E VALORES LIMITE DE EMISSÃO ATMOSFÉRICA DAS FONTES PONTUAIS FF1 A FF21. ....	46
<b>TABELA 7</b> – MONITORIZAÇÃO E VALORES LIMITE DE EMISSÃO DAS ÁGUAS RESIDUAIS ENCAMINHADAS PARA OS PONTOS DE DESCARGA ED1, ED2, EH1, EH2 E EH3. ....	48
<b>TABELA 8</b> – EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO NO CONCELHO DE ESTARREJA, ENTRE 1950 E 2011, POR SECTOR DE ACTIVIDADE. ....	52
<b>TABELA 9</b> – ESPÉCIES DE FLORA PRESENTES NO CONCELHO DE ESTARREJA E ESTATUTO DE PROTECÇÃO.....	71
<b>TABELA 10</b> - AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS HABITATS PRESENTES NO CONCELHO DE ESTARREJA.....	74
<b>TABELA 11</b> – SERVIÇOS PRESTADOS PELOS HABITATS NATURAIS PRESENTES NA ÁREA CONCELHIA.....	79
<b>TABELA 12</b> – NÚMERO DE MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAL, POR CLASSE DE QUALIDADE BIOLÓGICA. ....	85
<b>TABELA 13</b> – NÚMERO DE MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAL, POR CLASSE DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA. ....	86
<b>TABELA 14</b> – NÚMERO DE MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS, POR CLASSE DE QUALIDADE HIDROMORFOLÓGICA .....	87
<b>TABELA 15</b> – NÚMERO DE MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS, POR CLASSES DE QUALIDADE “SUBSTÂNCIAS PRIORITÁRIAS” E “OUTROS POLUENTES. ....	88
<b>TABELA 16</b> – NÚMERO DE MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS, POR CLASSE DE QUALIDADE QUÍMICA. ....	89
<b>TABELA 17</b> – CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO FINAL PARA AS MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS. ....	90
<b>TABELA 18</b> – ANÁLISE DO ESTADO QUANTITATIVO DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO VOUGA.....	92
<b>TABELA 19</b> – COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DE REFERÊNCIA (MÉDIA), OS VALORES DE CONCENTRAÇÃO NATURAL E OS LIMIARES DAS NORMAS DE QUALIDADE DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO QUATERNÁRIO DE AVEIRO.....	93
<b>TABELA 20</b> - COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DE REFERÊNCIA (MÉDIA), OS VALORES DE CONCENTRAÇÃO NATURAL E OS LIMIARES DAS NORMAS DE QUALIDADE DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO CRETÁCICO DE AVEIRO.....	94
<b>TABELA 21</b> – AVALIAÇÃO GLOBAL DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS. ....	94

<b>TABELA 22</b> – SERVIÇOS PRESTADOS PELAS MASSAS DE ÁGUA (SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA) PRESENTES NO CONCELHO DE ESTARREJA. ....	95
<b>TABELA 23</b> – QUANTIFICAÇÃO DAS CATEGORIAS DE USO DO SOLO. ....	102
<b>TABELA 24</b> – CRITÉRIOS DEFINIDOS EM “SOIL, GROUND WATER AND SEDIMENTS STANDARDS, 2009”, PARA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POTÁVEIS NÃO DIFERENCIADAS EM PROFUNDIDADE.....	111
<b>TABELA 25</b> – CONCENTRAÇÃO (MG/KG) DE METAIS PESADOS PRESENTES NOS SOLOS NA ENVOLVENTE DO CQE, VERIFICADAS NOUTROS ESTUDOS. ....	112
<b>TABELA 26</b> – LEVANTAMENTO DOS PERIGOS DECORRENTES DA NORMAL ACTIVIDADE DA EMPRESA, POR SECÇÃO E RESPECTIVAS CONSEQUÊNCIAS.....	118
<b>TABELA 27</b> – VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO AO VCM PARA APLICAÇÃO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA PARA PERÍODOS DE EXPOSIÇÃO A VARIAR ENTRE 10 MINUTOS E 8 HORAS .....	122
<b>TABELA 28</b> – IDENTIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS PRESENTES NAS INSTALAÇÕES DA CIRES, QUANTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PERIGOSIDADE .....	123

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO I - GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA**

**ANEXO II - CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO INICIAL**

**ANEXO III - IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E PREVENÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTE**

**ANEXO IV - FICHAS DE CENÁRIOS DE ACIDENTE**



## ACRÓNIMOS

AEGL	Acute Exposure Guideline Levels
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
ALARP	As Low As Reasonably Possible
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ARHC	Administração da Região Hidrográfica do Centro
CAA	Clean Air Act
CAE-Rev.3	Classificação Portuguesa de Actividades Económicas, Revisão 3
CBO5	Carência Bioquímica de Oxigénio (5 dias)
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CE	Comunidade Europeia
CEE	Comunidade Económica Europeia
CELE	Comércio Europeu de Licenças de Emissão
CERCLA	Comprehensive, Environmental Response, Compensation and Liability Act
CGO	Critérios Genéricos de Ontário
CIRES	Companhia Industrial de Resinas Sintéticas
CLC	CORINE Land Cover
CME	Câmara Municipal de Estarreja
CNREN	Comissão Nacional da REN
CNROA	Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário
COT	Carbono Orgânico Total
CQE	Complexo Químico de Estarreja
CTC	Capacidade de Troca Catiónica
CUF	Companhia União Fabril
CWA	Clean Water Act
DGA	Direcção Geral do Ambiente
DGADR	Direcção Geral da Agricultura e do Desenvolvimento Regional
DQA	Directiva Quadro da Água
DRA	Directiva Responsabilidade Ambiental
EM	Estrada Municipal
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EN	Estrada Nacional
EPA	Environmental Protection Agency
EPER	European Pollutant Emission Register
E-PRTR	European Pollutant Release and Transfer Register
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GEE	Gases com Efeito de Estufa
HAZOP	Hazard and Operability Study
HEA	Habitat Equivalency Analysis
HEF	Habitat Equivalency Factor
HSWA	Hazardous and Solid Waste Amendments

ICNB	Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
IPR	Instalação Portuária de Recepção
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
LBA	Lei de Bases do Ambiente
LER	Lista Europeia de Resíduos
LII	Limite Inferior de Inflamabilidade
LTNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
LSI	Limite Superior de Inflamabilidade
MHIDAS	Major Hazards Incident Data Service
MTD	Melhores Técnicas Disponíveis
NCP	National Contingency Plan
NQA	Normas de Qualidade Ambiental
NRDA	Natural Resource Damage Assessment
NUT	Nomenclatura de Unidades Territoriais
OPA	Oil Pollution Act
PCB	Policlorobifenilos
PCIP	Prevenção e Controlo Integrado da Poluição
PDM	Plano Director Municipal
PGBH	Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas
PP	Plano de Pormenor
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register
PS1	Linha de Produção 1
PS2	Linha de Produção 2
PTS	Partículas Totais em Suspensão
PU	Plano de Urbanização
PVC	Poly Vinyl Chloride
PVC-E	Poly Vinyl Chloride de Emulsão
PVC-S	Poly Vinyl Chloride de Suspensão
RA	Responsabilidade Ambiental
RAA	Relatório Ambiental Anual
RAN	Reserva Agrícola Nacional
RCRA	Resource Conservation and Recovery Act
REGEE	Registo Europeu de Gases de Efeito de Estufa
REMEDE	Resource Equivalency Methods for Assessing Environmental Damage in the EU
REN	Reserva Ecológica Nacional
RH4	Região Hidrográfica 4
RNAP	Rede Nacional de Áreas Protegidas
RPE	Transporte de Mercadorias Perigosas por Estrada
RSAEPP	Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes
RU	Relatório Único
SARA	Superfund Amendments and Reauthorization Act
SDWA	Safe Drinking Water Act
SGA	Sistema de Gestão Ambiental

SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
SGQ	Sistema de Gestão de Qualidade
SIMRIA	Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro
SIRER	Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos
SNAC	Sistema Nacional de Áreas Classificadas
SST	Sólidos Suspensos Totais
UA	Universidade de Aveiro
UST	Underground Storage Tanks
UVCE	Unconfined Vapor Cloud Explosion
VCG	Cloreto de Vinilo Gasoso
VCL	Cloreto de Vinilo Líquido
VCM	Cloreto de Vinilo Monómero
VLE	Valor Limite de Emissão
ZEC	Zona Especial de Conservação
ZPE	Zona de Protecção Especial
ZVEM	Zona Vulnerável de Estarreja-Murtosa



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. ENQUADRAMENTO DO TEMA

O presente relatório enquadra-se na unidade curricular Dissertação/Projecto/Estágio do mestrado em Engenharia do Ambiente, da Universidade de Aveiro, e refere-se a um estágio curricular realizado na Companhia Industrial de Resinas Sintéticas, CIRES, Lda. (adiante designada por CIRES), entre 13 de Fevereiro e 27 de Julho. Esta empresa está localizada na freguesia de Avanca, concelho de Estarreja, no distrito de Aveiro, e exerce a sua actividade na área da produção de policloreto de vinilo (PVC – *Polyvinyl Chloride*). Sendo a CIRES uma empresa cuja actividade acarreta riscos acrescidos, tanto para o ambiente como para a saúde humana, e uma vez que é política da mesma a subscrição do princípio “primeiro segurança e protecção ambiental” (Relatório de Segurança, 2012), é fundamental que esta assegure o cumprimento das obrigações legais. Estando enquadrada numa das actividades enumeradas no anexo III da Directiva 2004/35/CE, relativa à responsabilidade ambiental, a CIRES, fica obrigada ao cumprimento da legislação referente à Responsabilidade Ambiental, o que proporcionou a realização deste estágio curricular e à elaboração do presente relatório de estágio.

De acordo com a Comissão Europeia (CE) (Directiva 2004/35/CE), existe um acentuar, nas últimas décadas, do número de locais contaminados, resultante do exercício da actividade industrial, com decorrentes riscos tanto para a saúde humana como para a perda da biodiversidade. A falta de aplicação de medidas ou acções preventivas resulta num aumento da contaminação e por conseguinte na diminuição da qualidade de vida das populações. É por isso necessário tanto quanto possível, prevenir, responsabilizar e reparar os danos ambientais.

Surge assim a Directiva 2004/35/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de Abril de 2004, relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais, doravante denominada Directiva RA. A Directiva RA tem por base a aplicação do princípio poluidor-pagador e do princípio do desenvolvimento sustentável, no sentido de dar uma resposta a essa problemática, imputando aos agentes económicos, no exercício das suas actividades, a responsabilidade pelos danos ou ameaça de danos ambientais, ou contra terceiros, decorrentes da sua actividade e acções relacionadas.

Com a transposição para o regime jurídico nacional da Directiva RA através do Decreto-Lei nº 147/2008 de 29 de Julho, foi definida a obrigação, a partir de 1 de Janeiro de 2010, por parte dos operadores abrangidos pelo anexo III da directiva RA, da constituição de uma ou mais garantias financeiras que cubram os custos das medidas de prevenção e reparação decorrentes da sua actividade. Para tal são facultados quatro modalidades de garantias financeiras, a subscrição de

apólice de seguros, a obtenção de garantias bancárias, a participação em fundos ambientais ou a constituição de fundos próprios.

Como entidade competente nacional, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) em colaboração com o Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ), elaborou o “Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental” em Outubro de 2011, no sentido de elucidar todos os interessados sobre a informação relativa à aplicação do regime de Responsabilidade Ambiental (Regime RA), em virtude do seu carácter actual, procurando clarificar conceitos inovadores, identificar critérios de abrangência, desenvolver aspectos técnicos inerentes à sua aplicação e evidenciar as obrigações dos operadores abrangidos (APA, 2011).

### **1.2. OBJECTIVOS**

O estágio curricular realizado teve como principal objectivo facultar informação suficiente que possibilite à CIRES renegociar a actual apólice de seguro, correspondente à garantia financeira a que o regime de RA obriga. Para tal, foi efectuada uma caracterização do estado inicial da envolvente da unidade industrial, definida pelo nº 14 do artigo 2º da Directiva RA, como a situação no momento da ocorrência do dano que se verificaria se o dano não tivesse ocorrido, através do levantamento de informação em estudos realizados sobre os descritores ambientais, água, solos e espécies e habitats protegidos. A questão do estado inicial tem particular importância na aferição da significância do dano, pois permite comparar o estado dos recursos, ou serviços por eles prestados, após o dano ocorrer com o estado dos mesmos na situação inicial. O trabalho realizado, teve ainda como objectivos específicos, a identificação e análise de cenários de risco de dano ambiental ou ameaça iminente de dano, associados à actividade da empresa, nomeadamente as fontes de risco internas e externas e a análise da perigosidade das substâncias utilizadas, como é o caso do Cloreto de Vinilo. Para além da identificação dos cenários de risco passíveis de causar dano ambiental, foram ainda identificadas as medidas tomadas antecipadamente pela empresa de modo a atenuar ou extinguir a probabilidade desses danos ocorrerem.

Em resumo, os principais objectivos do presente relatório de estágio são os seguintes:

- Caracterização do estado inicial da envolvente da unidade industrial dos descritores ambientais água, solo e espécies e habitats protegidos.
- Identificação e análise dos cenários de risco de dano ambiental ou ameaça iminente de dano associados à normal actividade da CIRES.
- Identificação e descrição das medidas de prevenção adoptadas pela CIRES com o objectivo de reduzir o risco de acidente.

### 1.3. METODOLOGIA

O trabalho realizado compreendeu duas etapas principais. Uma primeira etapa associada ao trabalho prévio de pesquisa bibliográfica, definição de objectivos, metodologia e plano de trabalhos. Foi ainda realizada uma visita prévia às instalações da CIRES e foi preparada a redacção dos capítulos 1 a 3.

A segunda etapa, correspondente ao trabalho realizado na unidade industrial, que decorreu de 13 de Fevereiro a 27 de Julho de 2013, em regime de tempo integral, sob supervisão do Engº Pedro Gonçalves e acompanhamento técnico do Engº Rui Batista e da técnica Helena Oliveira. Durante este período completou-se a caracterização da organização.

Foi ainda realizada uma caracterização geográfica da envolvente através da recolha de informação na Câmara Municipal de Estarreja, no *site* da *internet* do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) e ainda num Estudo de Impacto Ambiental realizado a pedido da CIRES aquando da ampliação das instalações.

Prosseguiu-se com a caracterização do estado inicial, no que respeita aos recursos naturais água, solo e espécies e habitats protegidos. Para tal recorreu-se ao “Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental”, que constituiu um documento de auxílio à realização do presente relatório de estágio, adaptado sempre que possível à actividade do presente caso de estudo. Para a caracterização do estado dos descritores ambientais, o referido guia, apresenta um procedimento que pode ser seguido, no entanto, e como foi referido anteriormente, este pode sofrer algumas alterações como é o caso da área a considerar para a caracterização do estado inicial. O guia propõe que se considere uma quadrícula Gauss militar (10x10 km), no entanto, foi considerado todo o concelho de Estarreja, uma vez que a área ocupada por este é sensivelmente a mesma, e torna-se mais facilitada a tarefa de obter informação sobre os descritores ambientais existentes no concelho, do que obter a mesma informação numa área independente de qualquer município onde não existe informação oficial sobre os descritores.

Para a caracterização do estado inicial das espécies e habitats protegidos foi consultado o Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) além de outros relatórios e estudos desenvolvidos, quer por entidades, quer por universidades, como o “Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal”.

No caso da caracterização do estado inicial das massas de água presentes no concelho de Estarreja foi considerado, essencialmente, o “Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis, 2012”, entre outros documentos de auxílio.

Na caracterização do estado inicial dos solos foram consideradas algumas cartas, como é o caso da carta de uso do solo, a carta geológica 13-C, e um conjunto de mapas disponibilizados pela

Câmara Municipal de Estarreja, como é o caso das áreas RAN e REN, a classificação da capacidade de uso do solo e o mapa de ocupação do solo.

Para tornar mais fácil a compreensão sobre a metodologia adoptada na caracterização do estado inicial, é efectuada uma abordagem individual a cada um dos descritores ambientais abrangidos, no início de cada capítulo dedicado à caracterização desses descritores.

Por último, foi efectuada a análise e avaliação dos riscos de acidentes graves na unidade industrial da CIRES, tendo por base o contributo do “Relatório de Segurança da CIRES, 2012” e do “Plano de Emergência Interno da CIRES, 2011”. De referir que o processo de avaliação de riscos de acidentes grave, contido no “Relatório de Segurança”, foi efectuada por uma entidade externa, a “ITSEMAP Portugal”, e não pelo autor do presente relatório de estágio. Apenas foi seleccionada, recolhida e tratada a informação essencial para o processo de identificação e análise dos riscos de acidentes grave que possam ocorrer na unidade industrial da CIRES, não tendo sido efectuada o trabalho original dessa avaliação de riscos, uma vez que a elaboração dessa avaliação seria tema suficiente para a realização de outra dissertação.

### **1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO**

O presente relatório de estágio encontra-se dividido em 6 capítulos. Um primeiro capítulo, introdutório, dedicado ao enquadramento do tema, onde é efectuada a apresentação do estágio curricular, à formulação dos objectivos do relatório e à apresentação da metodologia seguida.

Um segundo capítulo sobre o estado da arte do tema “Responsabilidade Ambiental”, qual o seu enquadramento legal, tanto a nível europeu como ao nível estadunidense, de forma a comparar os dois sistemas jurídicos. Ainda neste capítulo é abordado o processo de transposição para a legislação nacional do regime RA e o processo para a sua aplicação.

O terceiro capítulo é dedicado à apresentação e à caracterização da CIRES, onde é efectuada uma breve descrição do processo de produção, da legislação ambiental aplicável, do modo como é efectuada a gestão dos recursos e os sistemas de tratamento das emissões.

No quarto capítulo é efectuada uma breve caracterização geográfica da envolvente, o concelho de Estarreja, no que consta à população residente por sector de actividade, ao clima e à geologia e geomorfologia.

O quinto capítulo, incide sobre um dos requisitos da Directiva RA, isto é, a caracterização do estado inicial dos descritores ambientais, espécies e habitats protegidos, água e solo, presentes no concelho de Estarreja. Ainda neste capítulo, foi realizada uma identificação dos riscos de acidente grave decorrentes da normal actividade da CIRES e da perigosidade das substâncias envolvidas.



Foi ainda realizada uma análise dos acidentes graves que possam ocorrer, da estimativa da frequência de ocorrência destes e avaliados os efeitos sobre a envolvente ambiental. Por último foi efectuada uma avaliação das medidas de prevenção, controlo e mitigação adoptadas pela CIRES tendo em vista a prevenção de ocorrência de acidentes graves, que ponham em causa a saúde humana e o ambiente.

O sexto, e último capítulo, é dedicado à apresentação das conclusões do trabalho realizado durante o estágio curricular, e ao desfecho do presente relatório através da dissertação das ilações finais.



## 2. RESPONSABILIDADE AMBIENTAL

### 2.1. ENQUADRAMENTO LEGAL

A progressiva consolidação do direito ambiental levou a que a problemática da responsabilidade ambiental deixasse de ser considerada como uma reparação dos danos sofridos por pessoas e bens patrimoniais resultantes da contaminação do ambiente, mas sim como um regime de responsabilização que atribui deveres aos operadores, constituindo um mecanismo economicamente mais eficiente, tanto para o estado como para os agentes, e ambientalmente mais eficaz, investindo o cidadão na qualidade de zelador do ambiente (Decreto-Lei nº147/2008).

A nível europeu, a legislação relativa à protecção do ambiente, mais propriamente na reparação dos danos causados ao ambiente, foi iniciada com a publicação do “Livro Verde”, em Maio de 1993, onde é considerada a utilidade da responsabilidade civil como um meio para atribuir responsabilidade pelos custos da reparação ambiental (Green Paper on Remedying Environmental Damage, 1993). Em 2000 é publicado o “Livro Branco”, que estabelece a estrutura para um futuro regime comunitário de responsabilidade ambiental com o objectivo da aplicação do princípio poluidor-pagador, ampliando a aplicação do regime de responsabilidade ambiental não só aos danos provocados às pessoas e bens, que até então era a preocupação dos operadores, mas também aos danos provocados ao ambiente, em especial aos recursos naturais mais importantes na perspectiva da conservação da biodiversidade (Livro Branco sobre Responsabilidade Ambiental, 2000). Este documento resultou na adopção da Directiva RA, que surge com o objectivo de responsabilizar financeiramente os operadores cuja actividade tenha produzido danos ambientais ou ameaça iminente de tais danos. A Directiva RA visa ainda induzir os operadores a adoptarem medidas e práticas que reduzam os riscos de ocorrência de dano ambiental (APA, 2011) e por conseguinte uma diminuição nos custos associados à reparação desses danos. A Directiva RA foi ainda alterada pela Directiva 2006/21/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Março, relativa à gestão de resíduos da indústria extractiva e pela Directiva 2009/31/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Abril, relativa ao armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>. Estas alterações à Directiva RA visam apenas a introdução da gestão de resíduos da indústria extractiva e o armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> como actividades abrangidas no anexo III da Directiva RA.

A ocorrência de acidentes graves resultantes de determinadas actividades industriais tem já um longo historial, com graves repercussões tanto para os trabalhadores como para as populações vizinhas e para o ambiente. Como exemplo disso mesmo são os acidentes ocorridos em 1974 em *Flixborough*, Reino Unido, resultado de uma fuga de 40 ton de ciclohexano numa fábrica de produtos químicos, tendo provocado uma explosão com graves consequências para trabalhadores e para a envolvente ambiental e populacional, e em 1976 em *Seveso*, Itália, onde uma fuga de

dioxinas, também numa fábrica de produtos químicos, resultou em danos muito graves e prolongados tanto a trabalhadores como à população envolvente (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

Assim, em 1982, a então CEE, publicou a primeira norma, a Directiva 82/501/CEE, mais conhecida por Directiva SEVESO I, no sentido de regular os mecanismos de prevenção e o controlo deste género de acidentes e desenvolver procedimentos de actuação e notificação, por parte dos operadores, em caso de ocorrência de acidentes graves. O seu principal objectivo foi o de enquadrar as actividades industriais que armazenam substâncias perigosas, de modo a conhecerem e identificarem os riscos associados à sua actividade. Esta Directiva surgiu focalizada mais na protecção das pessoas do que do ambiente (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

Após o *feedback* dos estados membros, sobre o resultado da implementação da Directiva SEVESO I, o Conselho Europeu publica a Directiva 96/82/CE, em 1996, conhecida por Directiva SEVESO II, que efectuou algumas alterações importantes como:

- A introdução da problemática dos acidentes graves envolvendo a introdução de substâncias tóxicas para o ambiente aquático (substâncias aquatónicas).
- A introdução do risco criado por efeito dominó.
- O estabelecimento de procedimentos de informação ao público susceptível de ser afectado por um acidente grave.
- Incita à implementação de um sistema de gestão de segurança e de um plano de emergências nas actividades industriais abrangidas.

Já em 2003, e após a ocorrência de acidentes que ficaram excluídos do âmbito da Directiva, como é o caso do derrame de cianetos que ocorreu em Janeiro de 2000 em Baia Mare, Roménia, que polui o rio Danúbio e que demonstrou que determinadas actividades de armazenamento e processamento de resíduos do sector mineiro, podem acarretar consequências adversas para o ambiente, bem como o estado da arte relativamente às substâncias carcinogénicas e perigosas para o ambiente, o Conselho Europeu publicou a Directiva 2003/105/CE que alterou a Directiva SEVESO II no:

- Alargamento do âmbito de aplicação por forma a incluir certas actividades, como é o caso sector mineiro, do armazenamento e fabrico de substâncias pirotécnicas e do armazenamento de nitrato de amónio.
- Alargamento das substâncias carcinogénicas abrangidas e redução dos limites fixados para as substâncias perigosas para o ambiente.

Mais recentemente, em Julho de 2012, foi publicada a Directiva SEVESO III, que surgiu da necessidade de garantir que sejam adoptadas medidas de precaução para limitar ou reduzir o

impacto de acidentes graves transfronteiriços, permitindo deste modo assegurar um nível de protecção elevado em toda a comunidade europeia. Além disso, visa assegurar que o actual nível de protecção seja mantido ou aumentado, reduzindo sempre que possível os custos administrativos desnecessários, desde que nem a segurança nem a protecção do ambiente e da saúde pública fiquem comprometidas. Na tabela 1 são apresentados, de modo comparativo, os principais requisitos subjacentes às Directivas SEVESO e RA.

Nos Estados Unidos, os governos Federais e Estaduais, introduziram, há mais de 20 anos, os requisitos respeitantes à temática da Responsabilidade Ambiental. É por isso importante averiguar o modo de implementação e aplicação de um sistema jurídico com um longo historial neste âmbito. A EPA (*“Environmental Protection Agency”*), Agência de Protecção do Ambiente dos Estados Unidos, executa um programa de descontaminação, que protege a saúde humana e o ambiente, e obriga os responsáveis pela descontaminação de uma propriedade ou ao reembolso da agência pelos custos associados a este processo. Para isso, a EPA, dispõem de uma variedade de instrumentos legais para fazer face a este tipo de situações (Benchmark Legal e Metodológico, 2010). Os instrumentos mais pertinentes são os seguintes:

- *Superfund* (CERCLA) – É o mecanismo mais poderoso e mais frequente na execução da descontaminação, mais conhecido por CERCLA (*“Comprehensive, Environmental Response, Compensation and Liability Act”*).
- RCRA – A lei *“Resource Conservation and Recovery Act”* inclui o programa de Reservatórios Enterrados de Armazenagem (*“Underground Storage Tanks”*, UST). O instrumento legal de descontaminação do RCRA é o Programa de Acção Correctiva RCRA, que regula as operações de descontaminação em instalações nas quais se aplique a referida lei.
- Outros Instrumentos Legais – Existem ainda diversos instrumentos de apoio à aplicação do regime RA, por parte da EPA, relativos a eventos que ponham em perigo iminente e substancial a saúde pública e o ambiente. Alguns dos referidos instrumentos são os seguintes:
  - *Clean Water Act* (CWA)
  - *Oil Pollution Act* (OPA)
  - *Safe Drinking Water Act* (SDWA)
  - *Clean Air Act* (CAA)

**Tabela 1** – Análise comparativa dos principais requisitos entre as Directivas SEVESO e a Directiva RA (Adaptada de “Suporte Técnico e Guia Sectorial no âmbito do Decreto-Lei nº 147/2008, de Responsabilidade Ambiental”, 2010).

Requisitos	SEVESO	RA
Princípio Subjacente	Prevenir acidentes graves causados por substâncias perigosas. Quando a prevenção não for possível, limitar as consequências desses acidentes ao homem e ao ambiente	Responsabilizar economicamente as empresas que causam um dano ambiental, pela sua reparação e prevenção, de acordo com o princípio do “poluidor-pagador”.
Âmbito de Aplicação	Aplica-se a estabelecimentos onde existam substâncias perigosas.	Aplica-se a uma variedade de actividades industriais.
Receptores	Homem e Ambiente	Homem (danos ao solo) e ambiente (danos a espécies e habitats protegidos e às massas de água)
Estado Inicial	Não existe uma definição clara. No entanto, no anexo II da Directiva SEVESO II, é solicitada uma descrição da envolvente da instalação, incluindo a situação geográfica, os dados meteorológicos, geológicos, hidrográficos e o seu historial.	“ <i>Situação no momento da ocorrência do dano causado aos recursos naturais e aos serviços que se verificaria se o dano causado ao ambiente não tivesse ocorrido, avaliada com base na melhor informação disponível</i> ” (nº 14 do artigo 2º da Directiva RA)
Obrigações do Operador	Implementar um Sistema de Gestão da Segurança e outros requisitos como, Plano de Emergência Interno, Relatório de Segurança, Auditoria ao Sistema, com vista à prevenção de acidentes.	No caso de dano ou ameaça de dano ambiental, actuar de imediato, implementando as medidas de prevenção, comunicação e reparação.
Prevenção	Medidas implementadas de forma sistemática, com o objectivo de evitar a ocorrência de acidentes graves.	Medidas preventivas em resposta a um acontecimento que despolette uma ameaça iminente de dano.
Ameaça iminente de dano ambiental	Não é alvo de reflexão nesta Directiva.	“ <i>Probabilidade suficiente da ocorrência de um dano ambiental num futuro próximo</i> ” (nº 9 do artigo 2º da Directiva RA)
Dano Ambiental/ Acidente Grave	“ <i>Acontecimento tal como uma emissão, um incêndio ou uma explosão de graves proporções resultante do desenvolvimento incontrolado de processos durante o funcionamento de um estabelecimento abrangido pela Directiva, que provoque um perigo grave, imediato ou retardado, para a saúde humana, tanto no interior como no exterior do estabelecimento, e/ou para o ambiente, e que envolva uma ou mais substâncias perigosas</i> ” (nº 5 do artigo 3º da Directiva SEVESO II)	Dano definido como alteração adversa ou deterioração mensuráveis, causado a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espécies e habitats naturais, impedindo a consecução ou manutenção de um estado de conservação favorável;</li> <li>• Águas, impedindo o alcance de um estado ecológico, químico e/ou quantitativo e/ou potencial ecológico favorável;</li> <li>• Solo, sempre que a contaminação gerada crie risco para a saúde humana.</li> </ul>
Notificação de dano ambiental	Notificação detalhada à autoridade sobre a ocorrência e causas do acidente. (Modelo do relatório em fase de ensaio).	Notificação à autoridade sem critérios específicos de comunicação, de todos os aspectos relevantes da situação.
Reparação	Sem referências específicas. O operador toma as medidas de mitigação necessárias perante a ocorrência de acidente grave. Coincide com a reparação primária da Directiva RA.	O operador implementa as medidas de reparação após a aprovação da autoridade com o objectivo de recuperar o estado inicial (primárias, complementares e compensatórias).
Critérios de identificação de dano ambiental	Critérios objectivos para todos os receptores, no anexo IV da Directiva SEVESO II.	Critérios estabelecidos apenas para espécies e habitats protegidos, no anexo I da Directiva RA
Garantia financeira	Não é aplicável	Introduzida como opcional pela DRA, no sentido de transferir a responsabilidade económica do operador, pela reparação dos danos, para um instrumento financeiro, como um seguro ou uma garantia bancária. Em Portugal esta modalidade é obrigatória.

### CERCLA

Esta lei, com entrada em vigor em 1980, criou um imposto aplicável às indústrias químicas e petrolíferas, no sentido de dar uma resposta directa a fugas ou ameaças de fugas de substâncias perigosas que possam por em risco a saúde pública ou o ambiente. Os principais objectivos da CERCLA são o estabelecimento de obrigações e proibições referentes a locais de resíduos perigosos abandonados, a responsabilização dos operadores pelas fugas de resíduos perigosos nesses locais e o estabelecimento de um fundo fiável que permita a descontaminação quando não é possível identificar o operador responsável (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

A lei autoriza ainda dois tipos de resposta, acções a curto prazo e acções a longo prazo. Nas remoções a curto prazo, são tomadas medidas para enfrentar fugas ou ameaças de fuga que exijam uma resposta imediata, enquanto as acções a longo prazo, são tomadas de forma permanente ou significativa, de modo a reduzir os riscos associados a fugas ou ameaças de fuga de substâncias perigosas com gravidade elevada mas que não provocam uma ameaça imediata à vida (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

Através da CERCLA, foi revisto o Plano de Contingência Nacional (*National Contingency Plan*, NCP), que indica as linhas orientadoras e os procedimentos necessários a ter em consideração no caso de fugas de substâncias perigosas contaminantes. Este instrumento legal foi alterado, em 1986, pelo “*Superfund Amendments and Reauthorization Act*” (SARA) (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

### RCRA

Esta lei entrou em vigor em 1976 e consiste, basicamente, na lei “*Solid Waste Disposal Act*” de 1965 e nas alterações posteriores. A RCRA surgiu com o intuito de resolver a problemática da crescente acumulação de resíduos e dos potenciais riscos para a saúde humana e para o ambiente, implementando mecanismos de controlo à geração, transporte, armazenamento, tratamento e deposição final de resíduos perigosos. Esta lei sofreu algumas alterações ao longo do tempo, sendo uma das mais importantes alterações a “*Hazardous and Solid Waste Amendments*” (HSWA), de 1984, alargando o âmbito e requisitos da RCRA, abrangendo as preocupações da deposição de resíduos em aterro e desenvolvendo planos para a regulamentação de reservatórios enterrados de armazenagem de resíduos (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

O principal objectivo da RCRA é o estabelecimento de um sistema de controlo de resíduos perigosos durante o seu tempo de vida, isto é, desde a sua geração até à deposição final (Benchmark Legal e Metodológico, 2010). Para isso existem duas vias gerais:

- Prevenção, através de uma correcta gestão de resíduos desde a sua origem até a deposição final, reduzindo desta forma a quantidade de resíduos gerados, poupando recursos e energia.
- Descontaminação dos problemas ambientais com origem na má gestão de resíduos.

No entanto, os resíduos perigosos encontrados em instalações abandonadas ou derrames que requeiram uma resposta imediata encontram-se fora do âmbito desta lei, sendo regulamentados pela CERCLA (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

Um aspecto importante da RCRA, semelhante à garantia financeira do regime RA, é o da existência de um requisito de uma segurança financeira, por parte do operador, para fazer face a possíveis acções que terá de empreender. Existem para isso alguns mecanismos financeiros, tal como no regime RA, como fundos fiduciários, obrigações, cartas de crédito, apólices de seguros ou qualificação como auto-segurado através de um teste financeiro (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

### Outros Instrumentos Legais dos EUA

Como resposta ao derrame de óleo do *Exxon Valdez*, surgiu a lei “*Oil Pollution Act*” (OPA) de 1990, que responsabiliza e compensa a poluição gerada por hidrocarbonetos e proporciona ainda ao governo Federal a capacidade de orientar e gerir as descontaminações por este tipo de derrame. Na mesma linha da CERCLA, a OPA permite a avaliação e recuperação dos recursos naturais que tenham sido contaminados pela fuga de hidrocarbonetos (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

A EPA lidera a resposta a este tipo de derrames em águas interiores, dando início aos trabalhos de remoção. A Guarda Costeira norte-americana é responsável por iniciar a investigação e resposta à comunicação na sua zona de jurisdição, incluindo todas as águas norte-americanas sujeitas às marés, os Grandes Lagos e portos de águas profundas (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

A lei “*Clean Air Act*” (CAA), relacionada, como o nome indica, com a poluição atmosférica, exige que a EPA emita uma ordem que especifique as acções a desenvolver por parte das instalações, por forma a prevenir a fuga de produtos químicos perigosos para a atmosfera. Esta lei foi publicada em 1994, aplicável a uma enorme variedade de instalações que manuseiem, fabriquem, armazenem ou usem substâncias tóxicas, como o cloro e a amónia e substâncias altamente inflamáveis como o propano (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

O principal objectivo desta lei é a prevenção de acidentes com fugas de substâncias que possam causar danos sérios à saúde humana e à envolvente ambiental, devido essencialmente à exposição de curta duração e atenuar a severidade das fugas que possam ocorrer. A lei CAA,



estabelece que as instalações abrangidas devem desenvolver e implementar um programa de avaliação de riscos, estando a documentação disponível na instalação, que inclui uma análise de potenciais consequências para a vizinhança no pior cenário de fuga, um histórico dos acidentes ocorridos nos últimos 5 anos, um programa de prevenção de fugas e um plano de emergência, sendo posteriormente submetido à EPA (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

Para além da antecipada implementação de um sistema jurídico relativo à responsabilidade ambiental, os Estados-Unidos, estabeleceu um processo de avaliação económica dos recursos naturais, o “*Natural Resource Damage Assessment*” (NRDA). Este processo foi orientado no sentido do cálculo do valor monetário da restauração de danos nos recursos naturais, como resultado de fugas de substâncias perigosas ou derrames de hidrocarbonetos. Estes danos são avaliados quer pela identificação das funções ou serviços que os recursos apresentam, quer pela determinação do estado inicial dos serviços prestados pelo recurso, bem como da quantificação da redução da qualidade do serviço prestado, em resultado da contaminação. O objectivo geral deste instrumento é o de determinar a reparação e a compensação adequada ao dano no serviço prestado pelo recurso (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

Uma das ferramentas desta avaliação é a Análise de Equivalência de Habitat (“*Habitat Equivalency Analysis*”, HEA), que efectua uma abordagem graduada e simplificada, serviço a serviço, usada em diversos projectos de reparação com sucesso nos Estados Unidos. Esta ferramenta é focalizada nos serviços prestados pelos habitats que diminuem por pressões antropogénicas e, que permite a determinação das perdas de serviços com origem em derrames ou fugas, bem como os ganhos obtidos pela implementação dos projectos propostos. No caso de não ser possível restaurar um recurso danificado ao seu estado inicial, ou porque não é ambientalmente benéfico ou eficiente economicamente, as partes responsáveis, deverão aplicar o Factor de Equivalência de Habitat (“*Habitat Equivalency Factor*”, HEF) por forma a enquadrar os diferentes tipos de serviço. Este tipo de abordagem pode-se correlacionar com a reparação complementar, no caso europeu (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

Em Portugal, a preocupação com a utilização dos recursos naturais e a responsabilização dos operadores por danos ambientais, surgiu com a introdução no direito nacional da Lei de Bases do Ambiente, a 7 de Abril de 1987, doravante chamada de LBA. Um dos princípios gerais da referida lei é de otimizar e garantir que os recursos naturais continuem a ser utilizados, tanto qualitativamente como quantitativamente, de forma sustentável (n.º2 do artigo 2º da Lei de Bases do Ambiente). Para além dos princípios gerais, foram também estabelecidos princípios específicos, como o princípio da prevenção, que obriga o poluidor a corrigir ou recuperar o ambiente, suportando os custos daí resultantes e cessando a actividade poluente. Foram ainda estabelecidos os princípios da recuperação e da responsabilização que limitam os processos que causam dano ao

ambiente e promove a sua recuperação, e também imputa os agentes/operadores das consequências das suas acções sobre os recursos naturais (alínea g e h do artigo 3º da Lei de Bases do Ambiente). Ainda na LBA, o artigo 41º, refere-se à responsabilidade objectiva como a obrigação do operador de indemnizar, independentemente de culpa, sempre que tenha causado danos significativos no ambiente. A LBA faz ainda referência ao seguro de responsabilidade civil, que obriga os operadores, cuja actividade envolva elevado grau de risco para o ambiente, a segurar a sua responsabilidade civil (artigo 43º da Lei de Bases do Ambiente). Todavia, apesar das disposições legislativas presentes na LBA, algumas delas nunca foram postas em prática por falta de regulamentação, como é o caso do “seguro de responsabilidade civil”(A Revisão da LBA, 2012).

A transposição da Directiva RA só aconteceu em 2008, quatro anos após a sua publicação, com a publicação do Decreto-Lei nº 147/2008 de 21 de Julho, que estabelece o regime relativo à responsabilidade ambiental aplicável à prevenção e reparação dos danos ambientais, com aplicação não só aos danos sofridos pelo ambiente mas também da ameaça iminente desses danos, e que decorram do exercício de uma das actividades enumeradas no anexo III do referido documento. Para um melhor entendimento acerca da transposição da Directiva RA para Portugal, nos capítulos seguintes é efectuada uma abordagem mais específica.

### **2.2. PROCESSO PARA A APLICAÇÃO DO REGIME RA**

Os princípios implícitos na aplicação do regime RA são o de “poluidor-pagador” e o da compensação de danos, isto é, o operador em virtude do exercício de uma qualquer actividade enumerada no anexo III da Directiva RA, independentemente do seu carácter público ou privado, lucrativo ou não, denominada pela Directiva RA de “actividade ocupacional”, cause ou ameace de forma iminente causar um dano ambiental, é tido como responsável financeiramente. O regime RA faz com que cada operador seja responsável por garantir que os danos causados à água, solo e espécies e habitats protegidos sejam, quer prevenidos, através de medidas de prevenção adequadas em caso de ameaça iminente, quer efectivamente reparados, através da restituição do estado inicial existente antes do dano ambiental ocorrer.

O regime RA diferencia a responsabilidade em dois níveis distintos, responsabilidade objectiva e responsabilidade subjectiva. A primeira, responsabilidade objectiva, é definida pela Directiva RA como a responsabilidade que é imputada aos operadores, no exercício de uma qualquer actividade listada no anexo III da Directiva RA, que cause dano ambiental ou ameaça iminente desses danos, não sendo necessário a existência de qualquer dolo ou incúria por parte do operador da actividade que a desencadeie. A responsabilidade subjectiva aplica-se a todas as actividades ocupacionais, distintas das enumeradas no anexo III da Directiva RA, que por

negligência ou dolo, cause um dano ambiental, sendo por isso obrigado a adoptar medidas de prevenção e reparação. Este tipo de responsabilidade é aplicável apenas aos danos causados a espécies e habitats, e não à água e solo, como o anterior modelo de responsabilidade.

Na aplicação do regime RA é necessário ter em consideração que nem toda a afectação de um recurso natural é susceptível de ser abrangida por tal regime. Apenas os danos considerados como alterações adversas mensuráveis de um recurso ou a deterioração mensurável de um serviço prestado por estes e que provoquem efeitos significativos na água, solo e espécies e habitats, são considerados. A Directiva RA define assim os danos causados aos descritores ambientais:

- Danos causados a espécies e habitats naturais protegidos – *“Quaisquer danos com efeitos significativos adversos para a consecução ou a manutenção do estado de conservação favorável desses habitats ou espécies, cuja avaliação tem que ter por base o estado inicial, nos termos dos critérios constantes no anexo IV da Directiva RA, com excepção dos efeitos adversos previamente identificados que resultem de um acto de um operador expressamente autorizado pelas autoridades competentes, nos termos da legislação aplicável.”*
- Danos causados à água – *“Quaisquer danos que afectem adversa e significativamente, nos termos da legislação aplicável, o estado ecológico ou o estado químico das águas de superfície, o potencial ecológico ou o estado químico das massas de água artificiais ou fortemente modificadas, ou o estado quantitativo ou o estado químico das águas subterrâneas.”*
- Danos causados ao solo – *“Qualquer contaminação do solo que crie um risco significativo para a saúde humana devido à introdução, directa ou indirecta, no solo ou à sua superfície, de substâncias, preparações, organismos ou microrganismos.”*

Também se encontram abrangidos pelo regime RA as ameaças de dano ambiental, sendo definidas pela Directiva RA como a *“probabilidade suficiente de ocorrência de um dano ambiental, num futuro próximo.”*

Um aspecto a ter em conta na aplicação do regime RA, é a sua aplicação temporal. Isto é, o regime RA não se aplica a danos causados por emissões, acontecimentos ou incidentes ocorridos antes da data de entrada em vigor, 1 de Agosto de 2008. Não se aplica, também, a danos causados por emissões, acontecimentos ou incidentes ocorridos após a entrada em vigor na legislação nacional, mas que tenham resultado de uma actividade realizada e concluída antes da referida data. E por fim, o regime RA não se aplica a danos ambientais prescritos, isto é, que ocorram 30 anos ou mais após a emissão, acontecimento ou incidente que esteja na sua origem.

A transposição da Directiva RA é bastante flexível na implementação dos seus requisitos, permitindo condições de excepção que revogam a responsabilidade dos operadores sobre um possível dano ambiental, cuja actividade esteja incluída ou não no anexo III da Directiva RA. Assim, encontram-se excluídos do regime RA os danos ambientais ou ameaças iminentes de dano ambiental que sejam causados por:

- Actos de conflito armado, hostilidades, guerra civil ou insurreição.
- Fenómenos naturais de carácter totalmente excepcional, imprevisível ou que, mesmo previstos, sejam inevitáveis.
- Actividades cujo único objectivo reside na defesa nacional ou na segurança internacional.
- Actividades cujo único objectivo reside na protecção contra catástrofes naturais.

Não se aplica ainda a danos ou ameaça iminente de tais danos, que resultem de incidentes cuja responsabilidade seja abrangida no âmbito de aplicação de algumas convenções internacionais, tais como:

- Convenção, de 10 de Outubro de 1989, sobre a Responsabilidade Civil pelos danos causados durante o transporte de mercadorias perigosas por via rodoviária, ferroviária e por vias navegáveis.
- Convenção Internacional, de 27 de Novembro de 1992, sobre a Responsabilidade Civil pelos prejuízos devidos à poluição por hidrocarbonetos e para constituição de um fundo internacional para compensar financeiramente, os prejuízos, também, devidos à poluição por hidrocarbonetos.
- Convenção Internacional, de 3 de Maio de 1996, sobre a responsabilidade e a indemnização por danos ligados ao transporte por via marítima de substâncias nocivas e potencialmente perigosas.
- Convenção Internacional, de 23 de Março de 2001, sobre a Responsabilidade Civil pelos prejuízos devidos à poluição por hidrocarbonetos contidos em tanques de combustível.

Também se encontram excluídos os danos ou ameaça iminente de tais danos, na sequência de riscos nucleares ou de actividades abrangidas pelo Tratado que institui a Comunidade Europeia da Energia Atómica, ou por incidentes ou actividades cuja responsabilidade seja abrangida no âmbito de alguns instrumentos internacionais, tais como:

- Convenção de Paris, de 29 de Julho de 1960, sobre responsabilidade Civil no domínio da energia nuclear, e Convenção Complementar de Bruxelas, de 31 de Janeiro de 1963.
- Convenção de Viena, de 21 de Maio de 1963, relativa à Responsabilidade Civil em matéria de danos nucleares.

- Convenção de Bruxelas, de 17 de Dezembro de 1971, relativa à Responsabilidade Civil no domínio do transporte marítimo de material nuclear.
- Protocolo Conjunto, de 21 de Setembro de 1988, relativo à aplicação da Convenção de Viena e da Convenção de Paris.
- Convenção de 12 de Setembro de 1997, relativa à indemnização complementar por danos nucleares.

Para além das exclusões supracitadas, o regime RA permite ainda aos operadores recorrer da obrigação de actuação e suporte dos custos de prevenção e reparação, e caso se aplique, à recuperação dos custos incorridos. Assim, o operador não é obrigado a suportar os custos das medidas de prevenção e/ou reparação, se conseguir provar, cumulativamente que não houve dolo ou negligência da sua parte e que o dano ambiental tenha sido causado por:

- Uma emissão ou acontecimento expressamente permitido e que respeite na íntegra a autorização emitida nos termos das disposições legais.
- Uma emissão ou actividade que utilize uma(s) substância(s) que o operador prove não ser(em) considera(s) susceptível(eis) de causar dano ambiental de acordo com o conhecimento técnico/científico no momento da emissão ou da realização da actividade.

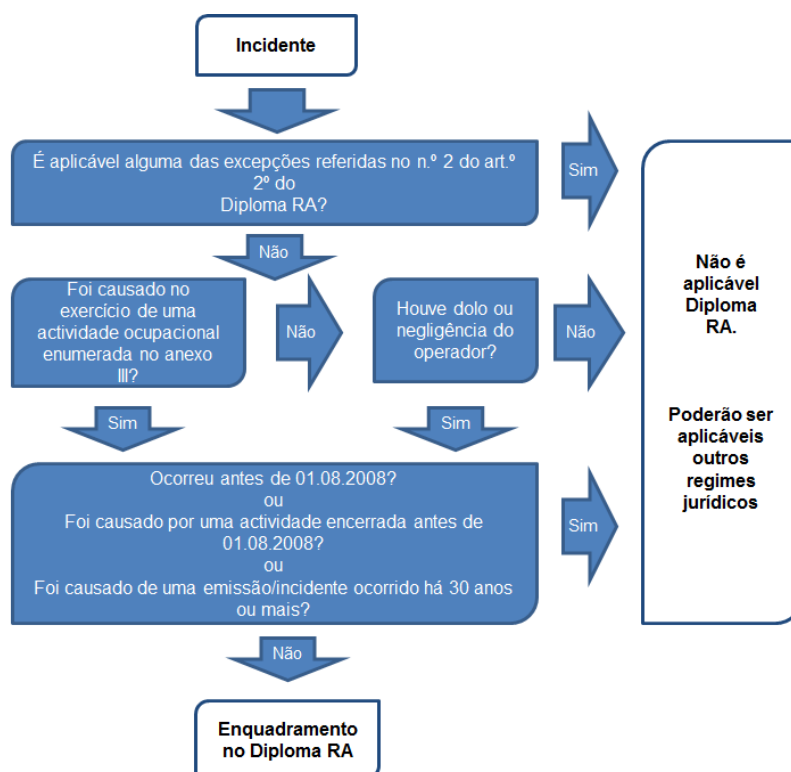
Não é ainda exigido ao operador, os custos resultantes das medidas de prevenção e/ou reparação, se provar que o dano ambiental ou ameaça iminente de tais danos:

- Foi causada por terceiros, e ocorreu apesar de terem sido tomadas as medidas de segurança adequadas.
- Resultou do cumprimento de uma ordem ou instrução emitida por uma autoridade pública que não seja uma ordem ou instrução resultante de uma emissão ou incidente causado pela actividade do operador.

No caso anterior, a autoridade competente deve tomar as medidas necessárias para permitir ao operador recuperar os custos incorridos.

As exigências da Directiva RA são mínimas, pois os estados membros, caso pretendam, podem ir além dos seus requisitos, no que diz respeito, por exemplo, à introdução da garantia financeira obrigatória e ao alargamento dos receptores ambientais.

Posto isto, e para melhor compreensão sobre a aplicação do regime RA é apresentado um esquema que permite apoiar na decisão de enquadramento neste regime.



**Figura 1** – Fluxograma de apoio à decisão para o enquadramento no regime RA. (Adaptado de “Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental”, APA 2011.)

### 2.3. OBRIGAÇÕES DO OPERADOR

A Directiva RA determina um conjunto de responsabilidades e obrigações para o operador, tendo como princípio fundamental a actuação imediata deste no sentido de controlar, conter ou eliminar as substâncias contaminantes, no caso de existir uma ameaça iminente ou de dano ambiental na sequência do exercício da sua actividade, de forma a limitar e/ou prevenir a contaminação e minimizar a extensão e magnitude dos efeitos nos recursos naturais.

O operador é ainda responsável pela comunicação às autoridades competentes, APA e autoridades no domínio das águas, biodiversidade e solos, das situações que possam vir a ser abrangidas pelo regime RA. Mesmo adoptando este procedimento, é possível que se verifique a continuidade da situação de ameaça iminente e dano ambiental.

#### 2.3.1. PREVENÇÃO E REPARAÇÃO

O estabelecimento das medidas de prevenção, por parte do operador, deve ter em consideração uma série de critérios dependentes das características do local afectado e da natureza e dimensão do

acidente. Assim, é necessário ter em consideração os efeitos das medidas na saúde pública e na segurança, os custos envolvidos na execução das medidas, a probabilidade de êxito das opções tomadas e em que medida as opções tomadas previnem danos futuros e evitam danos colaterais. A Directiva RA determina que o operador ao detectar uma ameaça iminente de dano ambiental, pela qual é responsável, é obrigado a:

- Adoptar de imediato, sem a obrigatoriedade de qualquer tipo de notificação às autoridades competentes, as medidas de prevenção adequadas que evitem a ocorrência de um dano ambiental.
- Informar a APA da situação existente, e em particular do efeito, sucesso ou insucesso, das medidas de prevenção adoptadas.
- Adaptar as medidas de prevenção à situação existente, conforme exigido pela APA.

No caso de ocorrer dano ambiental, o regime RA prevê que o operador actue de imediato. Para que um incidente ocorrido seja constituído como um dano ambiental é necessário verificar se as características do incidente incorrem em consequências adversas e significativas para o recurso natural ou, após a adopção das medidas de prevenção e atendendo aos resultados da monitorização, avaliar o impacto no recurso natural face ao estado inicial do mesmo.

Assim, após a verificação de ocorrência de um dano ambiental, o operador deve, obrigatoriamente:

- Informar no prazo de 24 horas, a APA dos factos relevantes da ocorrência, e manter a comunicação com a mesma para actualização da informação prestada.
- Adoptar de imediato e sem a obrigatoriedade de notificação todas as medidas disponíveis para controlar, conter ou eliminar as substâncias contaminantes, de forma a prevenir novos danos ambientais, efeitos adversos para a saúde humana e novos danos aos serviços que o recurso natural apresenta.
- Definir uma proposta das medidas de reparação, conforme o disposto no anexo V da Directiva RA, e submete-la à APA para apreciação num prazo de 10 dias.
- Adoptar as medidas de reparação, mesmo não tendo sido cumpridas as medidas de prevenção.

As medidas de reparação que podem ser implementadas são:

- Reparação Primária – Qualquer medida de reparação que restitua os recursos danificados, ou os serviços por eles prestados, ao estado inicial ou próximo deste.
- Reparação Complementar – Qualquer medida de reparação adoptada em relação ao recurso danificado, ou aos serviços por ele prestado, para compensar o facto da reparação primária não ter resultado no restabelecimento do recurso afectado.

- **Reparação Compensatória** – Qualquer medida destinada a compensar perdas transitórias de recursos naturais, ou de serviços por eles prestados, a partir da data de ocorrência de danos até a reparação primária ter atingido os seus objectivos.

Uma vez que existe uma grande indefinição do que é considerado dano ou do método a ser implementado para levar a cabo as medidas de reparação, a Comissão Europeia resolveu estabelecer uma ferramenta padrão que possa ser aplicada a todos os casos de dano ambiental, o projecto REMEDE (*Resource Equivalency Methods for Assessing Environmental Damage in the EU*).

Este projecto surge tanto da experiência norte-americana, em termos de desenvolvimento metodológico e formas de implementação, como da experiência de 8 estados membros e da Noruega. Com o objectivo de desenvolver, testar e difundir os métodos adequados à determinação das medidas de reparação, complementares e compensatórias, necessárias à reparação do dano ambiental causado, o projecto REMEDE, surge também no sentido de que os requisitos de outras Directivas, como o caso da Directiva de Avaliação de Impacte Ambiental, a Directiva das Aves e da Directiva dos Habitats, sejam aplicados.

De modo geral, a ferramenta REMEDE, é aplicada seguindo 5 elementos fundamentais:

- 1) **Avaliação Inicial** – Realizada de modo a determinar a necessidade de conduzir a uma análise de equivalências e, no caso afirmativo, qual a escala e o conteúdo adequados.
- 2) **Determinação e Quantificação do Dano** – Este passo é realizado de modo a identificar e quantificar quais e, em que medida, os recursos foram afectados, relativamente ao estado inicial, isto é, o débito ambiental. São também identificada(s) a(s) causa(s) do dano e as consequências da reparação primária.
- 3) **Determinação e Quantificação dos Benefícios de Reparação** – São identificadas e avaliadas alternativas potenciais de reparação, após cálculo das vantagens das medidas de reparação complementar e compensatória, isto é, é calculado o crédito das medidas tomadas.
- 4) **Graduação da Reparação Complementar e Compensatória** – Determinação da escala das medidas de reparação a implementar. A graduação é feita de modo a que ao longo da execução do projecto de reparação, sejam introduzidos cada vez menos meios até que o estado dos serviços/recursos perdidos igualem os serviços/recursos preexistentes.
- 5) **Monitorização e Informação** – Após a realização dos passos anteriores, análise de equivalências e selecção das medidas de reparação, é preparado um plano de recuperação onde se incluem os objectivos do projecto, os detalhes de implementação, os planos e dimensionamento de engenharia e planos e dimensionamento biológico. Além disso, são ainda incluídos no plano de reparação os procedimentos e calendarização da



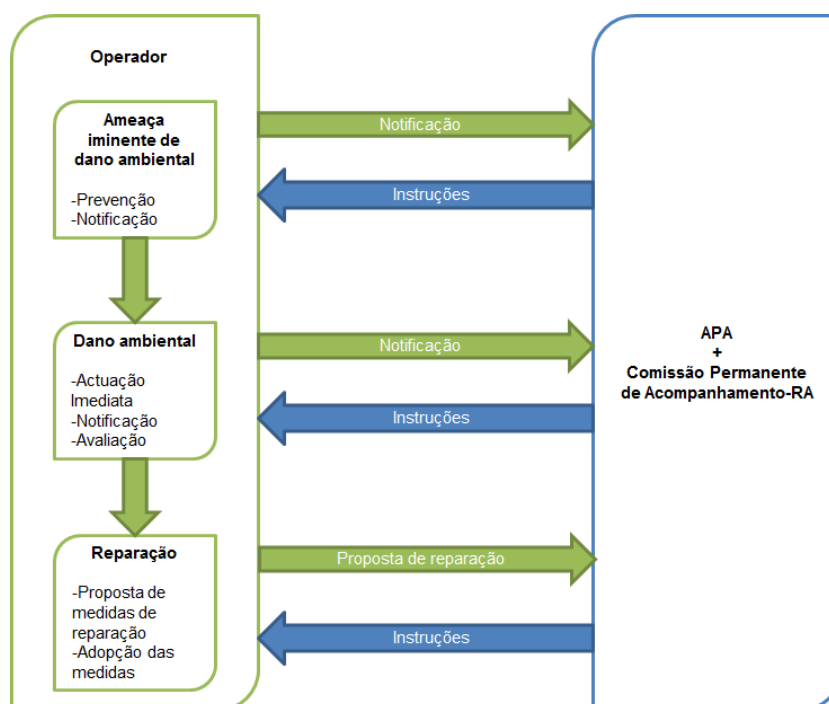
monitorização da recuperação dos recursos/serviços, após a implementação das medidas, tal como a avaliação do sucesso dessas medidas.

### 2.3.2. COMUNICAÇÃO ÀS AUTORIDADES COMPETENTES

A comunicação da situação de ameaça iminente de dano ou de dano ambiental é efectuada através de um preenchimento de um formulário disponibilizado na página de internet da APA, com o nome de “Formulário de Reporte de Ameaça Iminente e Dano Ambiental”.

O formulário contém vários campos de preenchimento, tais como a identificação do operador e da actividade ocupacional, a identificação do local de ocorrência tal como a sua descrição, as medidas de contenção adoptadas, o(s) recurso(s) natural(ais) afectado(s) e as entidades contactadas. Após o preenchimento do referido formulário, este é enviado por *e-mail* para a APA.

De seguida é apresentado um esquema de modo a clarificar as disposições referidas.



**Figura 2** – Fluxograma de actuação no âmbito do regime RA (Adaptado de “Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental”, APA 2011).

### **2.3.3. GARANTIAS FINANCEIRAS**

A Directiva RA prevê que os estados membros incentivem o desenvolvimento de mercados e instrumentos de garantia financeira, de modo a permitir aos operadores recorrer a estas para enfrentar as suas responsabilidades. Mesmo que a Directiva não obrigue à constituição de uma garantia financeira, ou de qualquer outro mecanismo de transferência de risco, alguns estados membros optaram por introduzir um sistema obrigatório de adesão a essas garantias (Benchmark Legal e Metodológico, 2010).

Assim, em Portugal, o regime RA estabelece que os operadores cuja actividade esteja presente no anexo III do referido documento, sejam obrigados a constituir uma ou mais garantias financeiras, próprias e autónomas, alternativas ou complementares, de modo a assegurar os custos de um possível incidente decorrente da sua actividade, desde Janeiro de 2010. Para isso, estão previstas diferentes modalidades de garantia financeira como a subscrição de apólices de seguro, obtenção de garantias bancárias, participação em fundos ambientais e participação em fundos próprios garantidos para o efeito.

Uma vez que o objectivo principal do regime RA é imputar aos operadores os custos associados à prevenção e reparação de danos ambientais, este regime constitui um forte incentivo para os operadores gerirem o risco decorrente da sua actividade. Esta abordagem proactiva permite ao operador a redução dos custos associados à aplicação deste regime jurídico, proporcionando mais valias, em concreto, no valor da constituição da garantia financeira.

Logo, o operador deve ser incisivo no desenvolvimento de acções que limitem, reduzam ou eliminem os riscos ambientais da sua actividade, prevenindo deste modo a ocorrência de incidentes. Desde logo, o operador deve fazer por cumprir a legislação ambiental relacionada com a sua actividade e com a protecção dos descritores ambientais. Existem também, mecanismos e instrumentos de gestão ambiental, nomeadamente o Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria (EMAS) e a ISO 14001, que permite controlar e melhorar o desempenho ambiental da sua actividade e o cumprimento das disposições jurídicas.

Relativamente à abrangência da cobertura dos seguros disponíveis no mercado em função dos diferentes tipos de reparação exigidos pela Directiva RA, existem alguns cenários a considerar, particularmente a exclusão, por parte das seguradoras, de determinados custos nas apólices disponíveis no mercado e nas metodologias disponíveis para estimar os custos dos distintos tipos de reparação. Estas limitações devem-se essencialmente à falta de informação sobre incidentes no âmbito da Directiva RA e à incapacidade de quantificação dos danos potenciais (Tabela 2) (Relatório CE, 2010).

Outra questão relevante referente à garantia financeira prende-se com o limite máximo que o sistema financeiro pode oferecer. Nenhuma companhia de seguros, garantia bancária ou fundo de

investimento proporciona uma cobertura ilimitada. Assim, são aplicados limites máximos de garantias financeiras, dependendo do risco de ocorrência de incidentes, da localização e do tipo e dimensão da operação (Relatório CE, 2010). Em Espanha, por exemplo, estabeleceu o limite máximo de 5 milhões de euros para a cobertura da responsabilidade. As companhias de seguros podem estabelecer limites máximos para as responsabilidades que queiram cobrir, como os limites quanto ao montante dos prémios a pagar, mas também quanto à cobertura prestada pela garantia. Existem ainda limites máximos de reembolso, que variam entre 1 a 30 milhões de euros (Relatório CE, 2010).

Existe ainda a possibilidade de actividades presentes no anexo III da Directiva RA ficarem excluídas da obrigatoriedade de estabelecer garantias financeiras. Actividades consideradas de baixo risco, após uma avaliação de riscos de potenciais danos ambientais, como por exemplo aquelas que apliquem um sistema de gestão ambiental EMAS ou ISO 14001, podem ficar excluídas do sistema de garantia financeira. Esta opção tem-se verificado contestável, pois outros factores, como por exemplo a natureza da actividade e a sua localização, podem desempenhar riscos ambientais significativos. O sistema Espanhol isenta os operadores cujos potenciais danos ambientais sejam estimados num valor inferior a 300 000 euros, ou entre 300 000 euros e 2 milhões de euros de garantia financeira obrigatória, no caso de adoptarem o EMAS e/ou ISO 14001.

**Tabela 2** – Extensão das coberturas das apólices de seguro relativamente aos tipos de reparação obrigatórios (Adaptada de “Benchmark Legal e Metodológico, 2010”).

<b>Tipos de Reparação Obrigatórias</b>	<b>Extensão da Cobertura</b>
Reparação Preventiva	<p>O principal objectivo é responder de imediato a uma ameaça iminente de dano.</p> <p>Uma vez que os operadores não são obrigados a notificar as seguradoras previamente à sua implementação, estas podem optar por excluir estes custos das apólices.</p> <p>Por outro lado, caso os incluam, podem implementar imposições que lhes proporcionem alguma segurança, como por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O dever de notificação à companhia de seguros previamente à tomada de medidas, ou</li> <li>• A implementação de medidas preventivas no decorrer da actividade normal do operador.</li> </ul>
Reparação de danos ao solo	Existem já algumas modalidades de apólices contra terceiros que prevêm a indemnização dos custos de descontaminação de terrenos e das perdas associadas.
Reparação Primária	<p>Visto que a reparação primária de espécies e habitats naturais protegidos pode ser bastante controversa no que diz respeito à eficiência dos custos, deverão ser desenvolvidos critérios que permitam obter uma avaliação de riscos e respectivo prémio de seguro razoáveis e adequados.</p> <p>Uma das alternativas a considerar para a reparação primária é a recuperação natural, também introduzida na Directiva como opção para a reparação de danos ao solo, que permita em termos monetários na aplicação de medidas mas que em contrapartida tem um período de recuperação longo, acarretando mais custos de reparação compensatória</p>
Reparação Complementar	<p>É um instrumento novo no âmbito da DRA.</p> <p>No entanto existem questões que necessitam de ser esclarecidas para prevenir disputas com a autoridade em caso de ocorrência de dano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecimento de limiares relevantes,</li> <li>• Avaliação de danos ou as medidas de reparação apropriadas,</li> <li>• Determinação da extensão das perdas, que depende directamente de uma boa documentação do estado inicial.</li> </ul>
Reparação Compensatória	<p>Implementação de medidas que compensem a perda dos serviços prestados pelos recursos danificados, enquanto se recupera o estado destes.</p> <p>Não existe nenhum guia para aferição dos valores monetários associados.</p> <p>Através da publicação da metodologia REMEDE é esperada alguma consistência e homogeneidade na estimativa das medidas compensatórias, dos custos associados e do prémio de seguro a estabelecer.</p>





### 3. CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE INDUSTRIAL DA CIRES

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A unidade fabril da CIRES está situada na freguesia de Avanca, concelho de Estarreja, no distrito de Aveiro. Faz parte do Complexo Químico de Estarreja (CQE), localizando-se a cerca de 2 km a Norte da cidade de Estarreja (figura 3), e cerca de 20 km a norte da cidade capital do distrito, constituindo parte da sub-região do Baixo Vouga (NUT III) e localizando-se a Noroeste da Região Centro (NUTII).



**Figura 3** – Enquadramento geográfico da Unidade Industrial da CIRES.

Como concelhos limítrofes encontram-se a Norte o concelho de Ovar, a Sudeste o de Albergaria-a-Velha, a Oeste o da Murtosa e a Nordeste o de Oliveira de Azeméis. O concelho de Estarreja ocupa uma área aproximada de 108 km<sup>2</sup> e divide-se em 7 freguesias, Avanca e Pardilhó a Norte, Beduido e Veiros ao centro e Salreu, Canelas e Fermelã a Sul (Caderno II-CME, 2012) (Figura 4).



**Figura 4** – Enquadramento geográfico do Concelho de Estarreja e respectivas Freguesias.

A CIRES exerce a actividade de fabrico de PVC, classificada com o CAE<sub>Rev.3</sub> nº 20160 (Fabricação de matérias primas sob formas primárias), tendo iniciado a sua actividade em 1963 com capacidade instalada de 3.600 ton/ano produzindo apenas PVC do tipo suspensão (PVC-S). Em 1982 teve início a produção de PVC do tipo emulsão (PVC-E). Estes dois tipos de PVC apresentam processos de produção e aplicações distintas; o PVC-S aplica-se em perfis rígidos e flexíveis, como por exemplo tubagens, cabos eléctricos, mangueiras, embalagens, entre outros, enquanto o PVC-E se aplica essencialmente a couro artificial, papel sintético de revestimento de paredes e bases para alcatifa. Actualmente, a CIRES tem uma capacidade de produção de 275.000 ton/ano, sendo 260.000 ton/ano de PVC-S e 15.000 ton/ano de PVC-E. Desde 2009 que a CIRES está integrada no Grupo Shin-Etsu, o maior produtor mundial de PVC, tendo este assumido a totalidade do capital da CIRES. O PVC é produzido através da polimerização de cloreto de vinilo monómero (VCM – Vinyl Chloride Monomer), que é efectuada consoante o fabrico de PVC pretendido, PVC-S ou PVC-E. O VCM utilizado como matéria-prima é importado e descarregado por barco (do tipo “butaneiro”) na Instalação Portuária de Recepção (IPR), no Porto Industrial de Aveiro, onde é armazenado em esferas. A IPR contém 5 esferas pressurizadas, duas de menor dimensão com capacidade para 1250 m<sup>3</sup>, uma de capacidade de 2500 m<sup>3</sup>, outra com capacidade para 3000 m<sup>3</sup> e por último a de maior dimensão com capacidade para 5000 m<sup>3</sup> (LicençaAmbienta-

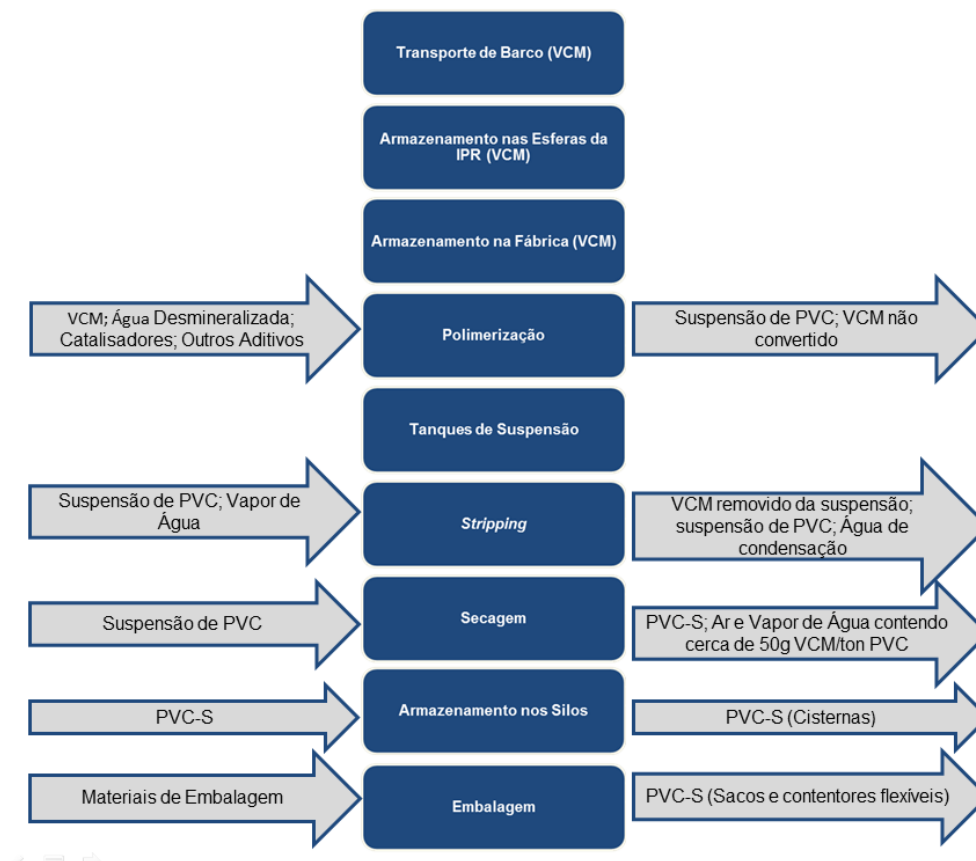


Cires, 2008). O VCM é então transportado por *pipeline*, com uma extensão aproximada de 23 km, até à unidade industrial em Estarreja, desde 1993, data em que foi construído (EIA-Cires, 1999).

### 3.2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

A unidade industrial da CIRES ocupa uma área total cerca de 287.931 m<sup>2</sup>, sendo que 26.477 m<sup>2</sup> correspondem a área coberta. Apresenta um período de funcionamento em contínuo, isto é, 3 turnos/dia, 24 h/dia, 7 dias/semana e 365 dias/ano, tendo nos seus quadros 147 colaboradores (Licença Ambiental-Cires, 2008).

A instalação dispõe de 3 linhas de produção, duas para o fabrico de PVC-S (PS1 e PS2) e uma para o PVC-E. No fabrico de PVC-S são utilizados 9 reactores (6 na PS1, cada um com capacidade para 40 m<sup>3</sup>, e 3 na PS2 com capacidade unitária de 130 m<sup>3</sup>), com aplicação de tecnologia da empresa Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. Na linha de produção de PVC-E são utilizados 4 reactores (com capacidade unitária de 14 m<sup>3</sup>) sendo aplicada tecnologia da empresa Hydro Plast A.B. As matérias-primas e subsidiárias utilizadas são função do tipo de produto a produzir e do tipo de processo de fabrico utilizado. A principal matéria-prima utilizada é o VCM, sendo também utilizada água desmineralizada, iniciadores da reacção (peróxidos orgânicos), tensioactivos e colóides (para estabilizar a suspensão/emulsão e controlar a qualidade dos produtos formados) e ainda outros aditivos. Cada linha de produção possui então reactores de polimerização, tanques de suspensão, unidades de *stripping*, unidades de centrifugação e secagem de PVC, crivos e peneiros e silos de armazenamento e embalagem. A fábrica possui ainda uma central de co-geração para produção de vapor e energia eléctrica (BAMISO – Produção e Serviços Energéticos, S.A.), 3 caldeiras de produção de vapor, instalações de arrefecimento de água, uma instalação de ar comprimido, uma captação de água no rio Antuã, um sistema de tratamento de água proveniente da Ria de Aveiro, uma estação de tratamento de efluentes líquidos e gasosos (ETE) e uma instalação de azoto (Licença Ambiental-Cires, 2008). Na globalidade a linha de produção de PVC-S é apresentada segundo o esquema presente na figura 5.



**Figura 5** – Esquema simplificado dos principais fluxos no fabrico de PVC.

De um modo geral a linha de fabrico de PVC compreende 3 etapas fundamentais no processo de produção: Polimerização, *Stripping* e Secagem. Existe ainda uma quarta etapa relativa à recuperação de VCM para posterior introdução no processo de fabrico de PVC. De seguida é efectuada uma breve análise a estes processos, indicando de maneira geral as entradas e saídas de materiais de cada um dos sistemas.

### Polimerização

O processo de polimerização utilizado pela CIRES é do tipo descontínuo, utilizando para isso, reactores do tipo autoclave, encamisados e com agitador central, sendo o processo realizado por partidas de 7 a 13 horas. Os reactores são carregados com uma determinada quantidade de água, VCM, catalisadores, agentes de suspensão e ainda uma série de produtos químicos de forma a melhorar a qualidade dos produtos formados. A reacção de polimerização é exotérmica, no entanto é necessário um pré-aquecimento do reactor à temperatura desejada de polimerização de modo a iniciar a reacção. Assim é necessário um arrefecimento dos reactores para manter a temperatura desejada. Para isso os reactores estão equipados com dispositivos (camisa, condensador de refluxo, chicana) de maneira a remover o calor da reacção. Os reactores podem ser do tipo aberto, aberto

após cada partida, ou do tipo fechado, sendo apenas aberto após um número significativo de partidas, de modo a proceder à sua manutenção. O processo é interrompido quando a conversão de VCM em PVC, não sendo total, assume a forma de uma assíntota, isto é, a conversão de VCM é tal, que para continuar a convertê-lo em PVC, não compensaria o tempo e custos gastos, relativamente ao PVC que seria produzido se o processo continuasse. O reactor é despressurizado e o VCM residual transferido para a unidade de recuperação para posterior tratamento e reutilização. A suspensão com o PVC produzido é descarregada para os tanques de suspensão, que alimentam as unidades de *stripping* de modo a recuperar o VCM que se encontra adsorvido ao PVC, uma vez que este é um material bastante poroso e por conseguinte o VCM facilmente preenche esses espaços. A polimerização acarreta um problema para as paredes do reactor, formando-se depósitos de polímero nas paredes, sendo limpo com água de média/alta pressão e aplicando um produto anti-escama nas paredes do reactor.

### Stripping

O VCM que se encontra tanto na fase aquosa da suspensão como nas partículas de PVC é recuperado nas unidades de *stripping*. Estas unidades são constituídas por uma coluna de pratos perfurados, pelos quais flui a suspensão que entra pelo topo. Em contra-corrente flui vapor de água, injectado na base, que actua como gás de transporte, arrastando consigo o VCM removido da suspensão, saindo pelo topo da torre de *stripping*. O vapor de água é posteriormente condensado e o VCM recuperado é transferido para a unidade de recuperação para tratamento e reutilização no processo. O vapor de água condensado é eliminado como água e transferido para a ETE, que inclui um *stripping* de efluentes de modo a recuperar o VCM ainda presente e minimizar a sua concentração no efluente final. A operação de *stripping* é de importância relevante no que toca às questões ambientais, uma vez que reduz as emissões de VCM para a atmosfera, pois na operação seguinte, centrifugação e secagem, o VCM residual é emitido tanto para a atmosfera como no efluente líquido.

### Secagem

Após o *stripping*, a suspensão é enviada para a unidade de centrifugação para retirar a maior parte da água, sendo esta enviada para a ETE. A pasta de polímero húmido resultante é transferida para uma câmara de secagem, procedendo-se à retirada da água residual por acção de ar quente até atingir a humidade desejada. Esta unidade possui ainda peneiros vibratórios para remover impurezas e partículas grosseiras de PVC. Este é então transportado pneumaticamente para silos de armazenagem, onde é posteriormente embalado e armazenado.

### Recuperação

O VCM recuperado, tanto da operação de polimerização como da operação de *stripping* é armazenado num gasómetro. Após um tratamento de desumidificação e neutralização, o VCM é comprimido e liquefeito em condensadores arrefecidos por água normal e refrigerada (ponto de ebulição do VCM é de -13,9 °C). O efluente gasoso que resulta do processo de condensação é conduzido para uma unidade de recuperação criogénica arrefecida por azoto líquido. Ainda de notar que a eficiência de recuperação do VCM por condensação é influenciada pela combinação correcta de temperatura baixa e pressão elevada.

### **3.3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL**

Segundo o Anexo III da Directiva RA, a instalação enquadra-se no nº 7, alínea a) e b) “*fabrico, utilização, armazenamento, processamento, enchimento, libertação para o ambiente e transporte no local*” de “*substâncias perigosas*” e “*preparação de substâncias perigosas*”, respectivamente. Na actividade realizada na instalação, são utilizadas matérias-primas e/ou subsidiárias classificadas como perigosas tanto para a saúde humana como para o ambiente, segundo o disposto na legislação relativa à classificação, embalagem e rotulagem de substâncias e preparações perigosas, dadas pela Portaria nº 732-A/96 de 11 de Dezembro, revogada pelo Decreto-Lei nº 98/2010 de 11 de Agosto, e pelo Decreto-Lei nº 82/2003 de 23 de Abril, alterado pelo Decreto-Lei nº 63/2008 de 2 de Abril, respectivamente. Assim sendo, e segundo o Anexo I do Decreto-Lei nº 173/2008, de 26 de Agosto de 2008, relativo à Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP), a actividade é classificada na categoria 4.1, “*Instalações químicas destinadas à produção de produtos químicos de base*”, alínea h), “*Matérias plásticas de base (polímeros, fibra sintéticas, fibras à base de celulose)*”. Para o bom funcionamento da instalação, a CIRES tem em atenção a utilização de medidas de boas práticas e de várias técnicas identificadas como Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) para as actividades desenvolvidas, tanto ao longo do processo produtivo como no tratamento de fim-de-linha, particularmente na racionalização dos consumos de água, matérias-primas e energia, substituição, sempre que possível, de substâncias perigosas por outras de perigosidade inferior e das emissões para diferentes receptores. As MTD são estabelecidas nos seguintes Documentos de Referência no âmbito PCIP (BREF) (Licença Ambiental-Cires, 2008):

- *Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers* – BREF POL, Comissão Europeia (JOC 202, de 30 de Agosto de 2007).

- *Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector* – BREF CWW, Comissão Europeia (JOC 40, de 19 de Fevereiro de 2003).
- *Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage* – BREF ESB, Comissão Europeia (JOC 253, de 19 de Outubro de 2006).
- *Reference Document on the Application of Best Available Techniques to Industrial Cooling System* – BREF CV, Comissão Europeia (JOC 12, de 16 de Janeiro de 2002).
- *Reference Document on the General Principles of Monitoring* – BREF MON, Comissão Europeia (JOC 170, de 19 de Julho de 2003).
- *Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency* – BREF ENE, que aguarda a apresentação ao IEF (Information Exchange Forum) para aprovação.

A instalação encontra-se ainda enquadrada no âmbito de outras disposições legais, tais como:

- Decreto-Lei nº 254/2007, de 12 de Julho, relativo ao regime jurídico da prevenção e controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvam substâncias perigosas (SEVESO II). Este diploma aplica-se à actividade na medida do disposto nos artigos 7º, 10º e 18º, relativos à Notificação, à elaboração do Relatório de Segurança e ao Plano de Emergência Interno, respectivamente.
- Regulamento (CE) nº 2037/2000 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Junho, relativo às substâncias causadoras da depleção da camada de ozono, uma vez que alguns dos equipamentos refrigerantes da instalação utilizam como agente refrigerante, substâncias incluídas neste regulamento.
- Decreto-Lei nº 71/2008 de 15 de Abril, que regula o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE).
- Decreto-Lei nº 178/2006 de 5 de Setembro, relativo à gestão de embalagens e resíduos de embalagem, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de Junho.
- Decreto-Lei nº 277/99 de 23 de Julho, alterado e aditado pelo Decreto-Lei nº 72/2007 de 27 de Março, relativo à gestão de resíduos de equipamentos que contenham policlorobifenilos (PCB).
- Decreto-Lei nº 153/2003 de 11 de Julho, relativo à gestão de óleos novos e óleos usados.
- Decreto-Lei nº 118/2006 de 21 de Junho, que estabelece o regime a que obedece a utilização de lamas de depuração em solos agrícolas.
- Decreto-Lei nº 45/2008 de 11 de Março, que assegura a execução e garante o cumprimento das obrigações decorrentes do Regulamento (CE) nº 1013/2006 do

Parlamento Europeu e do Conselho, relativo à fiscalização e ao controlo das transferências de resíduos no interior, à entrada e à saída da comunidade.

- Decreto-Lei nº 233/2004 de 14 de Dezembro, alterado pelo Decreto-Lei nº 72/2006 de 24 de Março, que estabelece o regime jurídico do comércio europeu de licenças de emissão de gases de efeito de estufa (GEE) – CELE.
- Decreto-Lei nº 78/2004 de 3 de Abril, que estabelece o regime de prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, onde são estabelecidos os princípios, objectivos e instrumentos apropriados que garantam a protecção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas com vista a evitar e reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada na instalação.
- Portaria nº 80/2006 de 23 de Janeiro, onde são fixados os limiares mássicos máximos e mínimos de poluição atmosférica definidos nos termos do artigo 4º alíneas ii) e jj) do Decreto-Lei nº 78/2004, que possibilitam a determinação de regime de monitorização aplicável a todas as fontes fixas de emissão.
- Portaria nº 275/2009 de 23 de Junho, que estabelece os valores limite de emissão de aplicação geral, aplicáveis às instalações abrangidas pelo Decreto-Lei nº 78/2004.
- Portaria nº 277/2009 de 23 de Junho, que fixa os valores limite de emissão aplicáveis às instalações de combustão, abrangidas pelo Decreto-Lei nº 78/2004.
- Lei nº 58/2005 de 29 de Dezembro. Lei Quadro da Água que transpõem para a ordem jurídica nacional a Directiva 2000/60/CE relativa à gestão sustentável das águas superficiais, designadamente, águas interiores, de transição e costeiras, e ainda, as águas subterrâneas. Estabelece ainda o enquadramento jurídico relativo à rejeição de águas residuais, captação de água e ocupação do domínio público marítimo.
- Decreto-Lei nº 226-A/2007 de 31 de Maio, que estabelece o regime de utilização dos recursos hídricos.
- Decreto-Lei nº 127/2013 de 30 de Agosto, que estabelece o regime de emissões industriais aplicável à prevenção e ao controlo integrados da poluição, que transpõem para a ordem jurídica interna a Directiva nº 2010/75/EU, relativa às emissões industriais.

A instalação possui ainda um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), certificado segundo os requisitos da norma NP EN ISO 9002, desde 10 de Setembro de 1993, tendo sido obtida a certificação do Sistema de Gestão da Qualidade segundo a norma NP EN ISO 9001:2008 a 14 de Abril de 2009. O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) foi inicialmente certificado em 1996 de acordo com a norma BS 7750, tendo obtido a certificação de acordo com a norma NP EN ISO

14001, desde 20 de Novembro de 2002. Por forma a desenvolver uma política de segurança, a CIRES, adoptou práticas e metodologias requerentes num Sistema de Gestão da Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho. A 14 de Novembro de 2008 foi obtido o certificado, segundo a norma OHSAS 18001:2007, implementado no desenvolvimento, produção e comercialização de resinas de PVC.

Para reduzir, prevenir e minimizar os possíveis impactes negativos, resultantes dos trabalhos desenvolvidos no seio da empresa, esta obriga-se, não só, a cumprir as exigências reguladoras da sua actividade impostas por entidades externas, mas também a estabelecer objectivos e especificações internas, com frequências mais reduzidas do que aquelas impostas legalmente. Neste sentido, a CIRES, aderiu ao programa da Indústria Química Actuação Responsável, e em particular, ao Compromisso Voluntário VinylPlus, subscrito pelas empresas europeias de fabrico de PVC, baseado na experiência do trabalho desenvolvido ao longo de dez anos do Programa Vinyl 2010. Ao abrigo do programa Actuação Responsável, as empresas comprometem-se a uma melhoria contínua das práticas ambientais, de saúde e de segurança, dando a conhecer às partes interessadas, as características dos produtos e processos de produção, proporcionando desta forma, aos mercados, confiança e segurança nos produtos finais desenvolvidos.

A CIRES encontra-se também licenciada para efectuar o armazenamento, por período superior a um ano, dos resíduos produzidos na própria instalação (operações de gestão de resíduos R13/D15, definidas no Anexo I e II do Decreto-Lei nº 73/2011), segundo o previsto no nº 1 do artigo 42º do Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de Junho, que estabelece o regime geral da gestão de resíduos, nas áreas de armazenamento temporário de resíduos existentes na instalação. A instalação pode ainda realizar a valorização agrícola das lamas de clarificação (lamas férricas) geradas durante o processo de tratamento de água bruta industrial realizada na instalação, considerado um resíduo não perigoso com código LER 19.09.02 do Anexo I da Portaria nº 209/2004, de 3 de Março (Licença Ambiental-Cires, 2008).

### 3.4. GESTÃO DE RECURSOS

#### Matérias-Primas e Subsidiárias

Como já foi referido anteriormente, algumas das matérias-primas ou subsidiárias utilizadas na instalação são classificadas como perigosas para a saúde humana ou para o ambiente, segundo a legislação supracitada. Assim sendo, a operação e gestão da actividade da instalação, garante o cumprimento da referida legislação no que toca à embalagem, rotulagem e Ficha de Dados de Segurança das matérias-primas ou subsidiárias perigosas. Deve ser comunicada à APA, qualquer modificação das matérias-primas e subsidiárias utilizadas que provoquem alteração no tipo e quantidade de poluentes emitidos, tanto para o ar como para a água. São ainda registadas todas as quantidades de matérias-primas e subsidiárias consumidas na instalação.

#### Água

A água de abastecimento da instalação, quer para consumo humano quer para fins industriais, é proveniente de 3 fontes distintas. A água para consumo humano, tanto na área da unidade industrial no CQE (captação AC6), como na área de armazenagem localizada na IPR (captação AC7), tem origem na rede pública, com consumos médios estimados de 5.718 m<sup>3</sup>/ano e 7.833 m<sup>3</sup>/ano, respectivamente. A água para consumo industrial é proveniente de uma captação superficial localizada no Rio Antuã (captação AC5), com um consumo médio estimado em cerca de 76.632 m<sup>3</sup>/mês. Como medida alternativa à captação de água do Rio Antuã, existem 4 furos de captação de água subterrânea para fins industriais (captações AC1, AC2, AC3, AC4), todos presentes na freguesia de Beduído concelho de Estarreja. A tabela seguinte resume as características das captações subterrâneas AC1 a AC4.

**Tabela 3** – Requisitos necessários para a extracção de água subterrânea nas captações AC1 a AC4.

Captação	Volume Máximo Extracção Autorizado (m <sup>3</sup> /mês)	Potência Equipamento (Bomba Submersível) (Cv)	Profundidade (m)	Diâmetro da coluna (mm)
AC1	25.000	33	40	355
AC2	25.000	30	40	355
AC3	50.000	20	40	355
AC4	50.000	20	40	355



As captações de água subterrânea estão munidas de um medidor de caudal com totalizador, de modo a conhecer os volumes totais de água extraída. São ainda registadas a quantidade de água extraída e a quantidade de água consumida, nas diferentes áreas da instalação.

### Energia

A energia eléctrica utilizada nas instalações da CIRES provém de uma unidade de combustão para produção de vapor e energia eléctrica, actividade esta detida pela “BAMISO – Produção e Serviços Energéticos, S.A.”, e tem como principal finalidade o funcionamento do processo de produção (bombas, agitadores e outros equipamentos que não funcionam mecânica ou pneumáticamente), bem como a iluminação das instalações e o funcionamento de outros equipamentos na área administrativa. A unidade industrial presente no CQE apresenta uma potência eléctrica instalada de 15.000 kVA, enquanto na IPR é de 630 kVA. O consumo médio anual estimado de energia eléctrica é de 48.840 MWh (14.164 Tep), contabilizando tanto as actividades desenvolvidas no CQE bem como as actividades realizadas na IPR. São ainda consumidos  $80 \times 10^5 \text{ Nm}^3$  de gás natural (7.280 Tep), 12.000 ton/ano de fuelóleo (11.718 Tep) e cerca de 24 ton/ano de gasóleo (25 Tep). O gás natural é usado como combustível em situação normal de funcionamento da caldeira de recuperação de calor, tal como nas caldeiras convencionais de produção de vapor. O fuelóleo é utilizado pelo motor *diesel* da unidade de co-geração (ainda existente mas que deixará de existir em breve) e pelas caldeiras de produção de vapor, enquanto o gasóleo é consumido pelo motor de co-geração nas situações de arranque de funcionamento, tal como nos cinco geradores de emergência. A unidade de co-geração produz cerca de  $45 \times 10^3$  MWh/ano de electricidade, sendo ainda produzidos nesta unidade e nas restantes caldeiras cerca de 190 kton/ano de vapor, utilizado como calor maioritariamente no fabrico de PVC. De acordo com o Decreto-Lei nº 71/2008, de 15 de Abril, que regula o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), a CIRES, atendendo aos consumos energéticos verificados, enquadra-se neste regime jurídico, pois apresenta um consumo energético superior a 500 Tep/ano.

### **3.5. SISTEMAS DE TRATAMENTO E CONTROLO DE EMISSÕES**

De maneira a manter o nível de eficiência elevado e reduzir os períodos e o tempo de indisponibilidade, os sistemas de tratamento e controlo de emissões são explorados e mantidos adequadamente, sendo explicitado no Relatório Único (RU), a que a CIRES é obrigada a preencher e que incorpora o Registo Europeu de Gases de Efeito de Estufa (REGEE), o Registo Europeu de Emissões e Transferência de Poluentes (PRTR) e o Relatório Ambiental Anual (RAA), o plano de

manutenção aos sistemas instalados, a sua periodicidade e os respectivos procedimentos. Neste relatório consta ainda o número de horas correspondente às situações de funcionamento deficiente ou avaria nos sistemas de tratamento e controlo das emissões para os diferentes receptores.

### Águas de Abastecimento (Uso Industrial)

A água bruta utilizada para uso industrial, é filtrada, desmineralizada ou desionizada, conforme o fim a que é destinada. Esta é proveniente, como se referiu anteriormente, quase exclusivamente da captação superficial no Rio Antuã (captação AC5), ou, no caso de falha neste sistema, proveniente dos furos AC1 a AC4. Antes de ser utilizada, a água captada é sujeita, na instalação, a três etapas de tratamento físico-químico:

- Arejamento, para oxidação do ferro e remoção do CO<sub>2</sub> presente;
- Sedimentação, com adição de cal e policloreto de alumínio para floculação e correcção do pH;
- Filtração, em filtros de areia;

Seguindo a sequência do processo, parte da água filtrada é convertida em água desmineralizada, dispondo a instalação de um sistema de resinas de permuta iónica. Uma fracção da água desmineralizada é utilizada na alimentação das caldeiras de produção de vapor, e outra parte é desionizada. A água tratada resultante é enviada para armazenamento para posterior utilização final, enquanto os efluentes resultantes das purgas nos tanques de sedimentação e das lavagens dos filtros de areia são enviadas para o decantador das lamas férricas existente na instalação. Adicionalmente, os efluentes gerados na produção de água desmineralizada e os efluentes resultantes das unidades de desionização sofrem neutralização em tanques próprios.

### Emissões Atmosféricas

As etapas de *stripping*, após a fase de polimerização, desempenham um papel fundamental na minimização das emissões atmosféricas de VCM. A recuperação deste, que se encontra presente nas correntes residuais provenientes da operação de desgaseificação dos reactores, e nas operações de *stripping*, além de melhorar o desempenho ambiental, é importante na diminuição dos custos associados à aquisição de matéria-prima. As correntes contendo VCM residual são enviadas para um gasómetro, sendo posteriormente sujeitas a tratamento de desumidificação e neutralização. O VCM recuperado é de seguida condensado (uso combinado de temperatura baixa e pressão elevada) para posterior reutilização no processo de fabrico. Após o estágio de condensação, a corrente gasosa, pode ainda conter quantidades relevantes de VCM, que é conduzido para uma segunda unidade de recuperação, arrefecida a azoto líquido (unidade criogénica), antes do efluente

ser enviado para a atmosfera, através da fonte pontual FF15. O tratamento de fim-de-linha, referente à remoção de partículas de PVC nas unidades de secagem, é feito, essencialmente, através de ciclones instalados nas fontes pontuais FF1, FF2, FF6, FF8 e FF10 associadas ao fabrico de PVC-S. Nas fontes pontuais FF5, FF7 e FF9, encontram-se instalados ciclones seguidos de lavador de gases (*scrubber*). As fontes pontuais FF3 e FF4, que existiam em separado e dispunham de ciclone para remoção de partículas, foram sujeitas a um projecto destinado à junção destas duas unidades, tendo sido também implementado um *scrubber* a jusante, para tratamento complementar de fim-de-linha dos efluentes gasosos. Associadas às unidades de secagem da linha de fabrico de PVC-E, material com uma granulometria inferior ao PVC-S, as fontes pontuais FF11, FF12, FF13 e FF14, estão equipadas com filtro de mangas para uma remoção mais eficiente das partículas de PVC. Existe ainda um sistema de lavagem de gases ácidos, referente à fonte pontual FF16, associada à neutralização dos efluentes líquidos que resultam dos processos de tratamento de água bruta para abastecimento industrial.

### Águas Residuais Domésticas e Industriais

As águas residuais domésticas e os efluentes industriais, uma vez que apresentam conteúdos diferenciados, e por conseguinte, diferentes tratamentos, são recolhidos por redes distintas.

Os efluentes industriais gerados na instalação localizada no CQE, apresentam três origens diferentes:

- I. Efluentes contaminados com VCM, com origem nos processos de fabrico de PVC, tais como:
  - Condensados dos *strippings* de suspensão;
  - Efluentes resultantes da lavagem de equipamentos (reactores, tanques, tinas de descarga, etc.);
  - Purgas de equipamentos que se encontram em ambiente VCM;
- II. Efluentes com origem nos processos de fabrico de PVC, não contaminados com VCM, tais como:
  - Efluentes resultantes da centrifugação da suspensão produzida nos reactores;
  - Efluentes resultantes de lavagens diversas de equipamentos, embalagens de produtos químicos, ou outras;
- III. Efluentes gerados nos processos de tratamento de água bruta para uso industrial;

Os efluentes indicados em I., são enviados numa primeira fase para uma unidade de *stripping* de efluentes, para remoção de VCM, sendo posteriormente enviados para decantadores gravíticos da ETE. Os efluentes referidos em II., são enviados directamente para a ETE, que integra três

decantadores gravíticos com capacidade unitária de  $290 \text{ m}^3$ . Quanto aos efluentes enunciados em III., estes passam por um processo de decantação no decantador de lamas férricas, com capacidade de  $500 \text{ m}^3$ , e posterior encaminhamento para o ponto de descarga EH2.

Os efluentes com maior contaminação em partículas de PVC são inicialmente encaminhados para tanques, onde são submetidos a uma sedimentação prévia à decantação/homogeneização realizada nos decantadores gravíticos. As lamas resultantes de PVC sofrem espessamento em filtro-prensa. Após este processo, os efluentes são encaminhadas para o ponto de descarga ED1, que faz parte da rede de drenagem final da instalação, sendo posteriormente encaminhados para a rede de drenagem do sistema colectivo, gerida pela Câmara Municipal de Estarreja (CME) e pelo Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro (SIMRIA). Na rede de drenagem associada aos efluentes gerados na área de instalação afecta à produção de energia eléctrica e produção de vapor (BAMISO), encontra-se um desoleador a montante do ponto de descarga ED2. Em situação de emergência, a instalação dispõe ainda de uma capacidade de retenção de efluente cerca de  $550 \text{ m}^3$ , que corresponde ao funcionamento normal da instalação durante um período de 5 horas. Para este volume contribui uma bacia de retenção com capacidade de  $280 \text{ m}^3$ , existindo a possibilidade de ligação ao decantador de águas pluviais, com capacidade de  $240 \text{ m}^3$ . Ainda relativo às águas residuais industriais geradas na instalação localizada no CQE, após um pré-tratamento efectuado na instalação, este é complementado por um tratamento final na ETAR Norte do sistema SIMRIA antes de ser descarregado no exutor submarino de S. Jacinto.

Quanto aos efluentes domésticos recolhidos na instalação localizada no CQE, e como já foi referido anteriormente, são recolhidos separadamente dos efluentes industriais, sendo encaminhados para sete tanques colectores subterrâneos e posteriormente bombeados para a rede de drenagem final da instalação, que envia a totalidade dos efluentes (domésticos e industriais) para o sistema colectivo. Na IPR, localizada no Porto Industrial de Aveiro, encontra-se uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) para o tratamento de efluentes domésticos, sendo posteriormente enviados para o ponto de descarga EH3. Nesta instalação, IPR, existe uma rede de água de combate a incêndios, cujas águas, aquando da realização de um ensaio à rede, são descarregadas directamente na Ria de Aveiro, juntamente com as águas pluviais recolhidas nesta área. No caso de uma utilização efectiva da rede de água de combate a incêndios, as águas contaminadas são armazenadas nas bacias de retenção existente nesta área e posteriormente enviadas para o exterior através de operadores licenciados de gestão de resíduos.

### Águas Pluviais

As águas pluviais que apresentam um teor inferior de contaminação, são recolhidas separadamente e encaminhadas para o decantador gravítico ( $240 \text{ m}^3$ ), que também pode ser

utilizado como sistema de retenção de emergência complementar, antes de serem enviadas para o ponto de descarga EH1. Na IPR, as águas pluviais recolhidas são enviadas directamente para a Ria de Aveiro através de dois pontos de descarga.

### Resíduos

Os resíduos produzidos na instalação, são armazenados temporariamente, enquanto aguardam encaminhamento para o destino final no exterior da instalação, em parques/áreas de armazenamento de resíduos, que se apresentam equipadas com piso impermeabilizado bem como, cobertura, no caso de ser adequado, e com bacia de retenção e/ou rede de drenagem com encaminhamento para a rede de efluentes industriais, de forma a impedir qualquer ocorrência de derrame ou fuga, prevendo de forma apropriada a sua dispersão e evitando situações de potencial contaminação de solos e/ou água. Neste armazenamento temporário, também são precavidas as situações de dano para o ambiente e para a saúde humana, designadamente por meio de derrame, incêndio e explosão, relativamente às condições de segurança do armazenamento de substância(s) perigosa(s) ou mistura de substâncias perigosas. O acondicionamento dos resíduos é realizado de tal forma que permite a detecção, em qualquer altura, de derrames ou fugas, permitindo ainda a circulação entre as pilhas de embalagens e adequada ventilação. Para tal, os resíduos são acondicionados em contentores, embalagens de elevada resistência e em alguns casos *big-bags*, sendo dada especial atenção à sua resistência, estado de conservação e capacidade de contenção das embalagens.

O armazenamento de resíduos é realizado de acordo com o disposto na Portaria nº 209/2004, de 3 de Março, tendo em consideração a classificação dada pela Lista Europeia de Resíduos (LER), as características físico-químicas e as características que lhe conferem perigosidade. Para fácil identificação dos resíduos, estes são armazenados e rotulados indelevelmente, onde constam os códigos LER respectivos, o local de produção, da quantidade e sempre que possível as características que lhe conferem perigosidade e a respectiva classe de perigosidade, de acordo com o disposto no Anexo I do Decreto-Lei nº 73/2011.

Na instalação existem cinco áreas/parques principais de armazenamento de resíduos (PA1, PA2, PA3, PA4 e PA5), caracterizadas segundo a tabela seguinte.

**Tabela 4** – Principais características das áreas/parques de armazenamento temporário de resíduos, existentes na instalação localizada no CQE.

Código	Área Total (m <sup>2</sup> )	Área Coberta/Área Impermeabilizada	Sistema de Drenagem	Rede de Drenagem	Exemplos de Resíduos
PA1	408	Sim/Sim	Sim	Sim	Resíduos de plástico, embalagens de metal, papel, cartão, resíduos equiparados a urbanos
PA2	650	Não/Sim	Sim	Sim	Sucatas, resíduos de construção e demolição, resíduos de embalagens (plástico, madeira, metal)
PA3	840	Sim/Sim	Sim	Sim	Resíduos de reacção, bolos de filtração, embalagens de plástico, materiais filtrantes, absorventes, produtos químicos fora de uso, resíduos de laboratório
PA4	23	Parcial/Sim	Sim	Sim	Óleos usados, desperdícios contaminados, filtros contaminados
PA5	18	Não/Sim	Sim	Sim	Óleos usados, desperdícios contaminados

### 3.6. FONTES DE EMISSÃO

#### Emissões Atmosféricas

O número de fontes pontuais de emissão de poluentes para a atmosfera, gerados na instalação localizada no CQE, é contabilizado em 21 (FF1 a FF21), conforme a tabela 5. No entanto, as fontes pontuais FF3 e FF4 foram agregadas, passando apenas a uma única fonte, tendo sido também, implementado um *scrubber* a jusante (a juntar ao ciclone já existente), de modo a tornar o tratamento de fim-de-linha, dos efluentes gasosos, mais eficiente. As chaminés instaladas apresentam secção circular, não apresentam pontos angulosos no seu contorno nem dispositivos de topo, que diminuem a dispersão vertical ascendente dos gases, e a variação do diâmetro da secção deve ser contínua e lenta, principalmente na proximidade da saída dos efluentes. Cada chaminé apresenta pontos de amostragem, com orifício normalizado, de acordo com a Norma Portuguesa NP 2167:1992. Relativamente à altura das chaminés, estas são calculadas com o disposto no Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril, e na Portaria n.º 263/2005, de 17 de Março, rectificada pela Declaração de Rectificação n.º 38/2005, de 16 de Maio, com especial atenção para a natureza qualitativa e quantitativa dos efluente emitidos, os respectivos caudais mássicos, os processos associados a cada fonte e também pela proximidade, ou não, de obstáculos físicos na sua envolvente. Assim, a altura total das chaminés presentes na instalação localizada no CQE é a apresentada na tabela 5.

Tabela 5 – Identificação das fontes de emissão pontual para a atmosfera

Código da Fonte	Potência Térmica (MW <sub>t</sub> )	Área de Actividade	Altura Total Chaminé (m)	Observações	
FF1	-	PVC-S	Secagem II	24	Ciclone
FF2	-		Secagem II	24	Ciclone
FF3 <sup>(1)</sup>	-		Secagem III	20	Ciclone + <i>Scrubber</i>
FF4 <sup>(1)</sup>	-		Secagem IV	20	Ciclone + <i>Scrubber</i>
FF5	-		Secagem V	26	Ciclone + <i>Scrubber</i>
FF6	-		Secagem V	20	Ciclone
FF7	-		Secagem VI	26	Ciclone + <i>Scrubber</i>
FF8	-		Secagem VI	20	Ciclone
FF9	-		Secagem VII	26	Ciclone + <i>Scrubber</i>
FF10	-		Secagem VII	20	Ciclone
FF11	-	PVC-E	Secagem	20	Filtro de Mangas
FF12	-		Secagem - Ventilador de transporte	18	Filtro de Mangas
FF13	-		Secagem - Ventilador de moinho	18	Filtro de Mangas
FF14	-		Secagem - Ventilador de moinho	18	Filtro de Mangas
FF15	-	Unidade criogénica de tratamento de efluentes		15	Unidade criogénica para recuperação de VCM por condensação
FF16	-	Exaustão do tanque de neutralização de efluentes gerados no tratamneto de água bruta		9	<i>Scrubber</i>
FF17	4,5	Caldeira alimentada a fuelóleo para produção de vapor		16,5	-
FF18	9	Caldeira alimentada a fuelóleo para produção de vapor		16,5	-
FF19	9	Caldeira alimentada a gás natural para produção de vapor		15	-
FF20	12	Caldeira alimentada a gás natural para produção de vapor		15	-
FF21	13,5 <sup>(2)</sup> + 13 <sup>(3)</sup>	Caldeira de recuperação de calor alimentada a gás natural ou fuelóleo <sup>(4)</sup> para produção de vapor		33,3	-

<sup>(1)</sup> Junção das fontes FF3 e FF4 em fonte única.

<sup>(2)</sup> Potência térmica afecta ao motor da unidade de co-geração.

<sup>(3)</sup> Potência térmica afecta à caldeira de recuperação de calor na unidade de co-geração.

<sup>(4)</sup> Em funcionamento normal da instalação, a caldeira de pós-combustão da unidade de co-geração utiliza gás natural.

### Águas Residuais e Pluviais

Após o pré-tratamento realizado, as águas residuais industriais são enviadas para a rede de drenagem final de efluentes (pontos de descarga ED1 e ED2). Os efluentes com origem na zona da instalação afecta à produção de electricidade e vapor são encaminhados para o ponto ED2 (caudal máximo de descarga de 1 m<sup>3</sup>/h), enquanto os restantes efluentes industriais são conduzidos para o ponto ED1 (caudal máximo de descarga de 120 m<sup>3</sup>/h). Como já foi dito anteriormente, os efluentes domésticos são recolhidos através de uma rede de drenagem separativa, mas igualmente encaminhados para a mesma rede de drenagem final. Esta rede de drenagem final é finalmente encaminhada para um único ponto de descarga (ED<sub>final</sub>), localizado nos colectores geridos pela CME, que por sua vez são encaminhados para os colectores do sistema SIMRIA, com autorização prévia pela Autorização de Ligação e Descarga de Efluentes emitida pela CME, onde passam por tratamento secundário (biológico) na ETAR Norte, sendo finalmente descarregados no mar através do exutor submarino de S. Jacinto. Os efluentes com origem no processo de tratamento de água bruta, e que são encaminhados para o decantador de lamas férricas, são descarregados na Ribeira da Sardinha, contígua à instalação, através do ponto de descarga EH2. As águas pluviais, após decantação, são encaminhadas para a Ribeira do Brejo, através do ponto de descarga EH1.

Relativamente à IPR, os efluentes domésticos, após tratamento, são enviados directamente para a Ria de Aveiro, através do ponto de descarga EH3. Uma vez que o sistema SIMRIA abrange igualmente a área da IPR, os efluentes irão passar a ser conduzidos para esse sistema, cessando as descargas nesse ponto (EH3) para o meio hídrico. As águas pluviais e as águas relativas à rede de água de combate a incêndios são enviadas directamente para a Ria de Aveiro, através dos pontos de descarga EP1 e EP2, sendo que as águas contaminadas geradas são tratadas como resíduos.

### Resíduos

Conforme o disposto no Decreto-Lei n° 178/2006, de 5 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n° 73/2011, de 17 de Junho, relativo ao regime geral de gestão de resíduos, a instalação encaminha os resíduos gerados no processo de produção, incluindo os resíduos da área administrativa equiparados a resíduos urbanos, para operadores legalizados para o efeito, sendo privilegiadas as operações de reciclagem ou outras formas de valorização. De acordo com o previsto no n° 3 do artigo 7° do Decreto-Lei n° 178/2006, e por forma a promover a sua valorização, a CIRES procede à separação dos resíduos na sua origem. Ainda de acordo com o referido documento legal, a CIRES, encontra-se inscrita no Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos (SIRER), efectuando o preenchimento dos mapas de registo referente aos resíduos produzidos na instalação, até 31 de Março do ano seguinte a que se reportam os dados, conforme a Portaria n° 320/2007.



O transporte de resíduos só pode ser realizado pelas entidades definidas no nº 2 da Portaria nº 335/97, de 16 de Maio, e nas condições aí estabelecidas, tais como a utilização de guias de acompanhamento dos resíduos. O transporte de resíduos classificados como mercadorias perigosas obedece ao Regulamento de Transporte de Mercadorias Perigosas por Estrada (RPE), aprovado pelo Decreto-Lei nº 170-A/2007, de 4 de Maio, alterado pelo Decreto-Lei nº 63-A/2008. No que se refere ao transporte de óleos usados, a CIRES cumpre com o disposto no Decreto-Lei nº 153/2003, de 11 de Julho, relativo à gestão de óleos novos e óleos usados, onde é assumido como principal objectivo, a prevenção da produção, em quantidade e nocividade, desse resíduo, e pela Portaria nº 1028/92, de 5 de Novembro, onde são estabelecidas as normas de segurança e identificação fixadas para esse fim. No transporte de resíduos para fora do território nacional, este é efectuado segundo o disposto no Decreto-Lei nº 296/95, de 17 de Novembro, relativo ao transporte de resíduos transfronteiriço, e pelo Regulamento nº 1013/2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Junho, e suas alterações.

As lamas férricas geradas no processo de tratamento de água bruta industrial, classificadas como resíduo não perigoso e com o código LER 19.09.02, passam por um processo de valorização agrícola, segundo o disposto no Decreto-Lei nº 118/2006, de 21 de Junho, que estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas provenientes de estações de tratamento de águas residuais domésticas, urbanas, de actividades agro-pecuárias, fossas sépticas e outras composições similares, e que transpõem para a ordem jurídica nacional a Directiva nº 86/278/CE, de 12 de Junho.

### **3.7. MONITORIZAÇÃO DAS EMISSÕES E VALORES LIMITE DE EMISSÃO (VLE)**

A monitorização das emissões está ao encargo da CIRES, devendo para isso realizar amostragens, medições e análises, sendo que estas se realizam nas condições normais de funcionamento da instalação durante a fase de operação, de modo a reflectir com precisão as emissões e descargas. Todas as amostragens e análises referentes ao controlo de emissões são efectuadas por entidades externas e por laboratórios acreditados.

#### **Controlo das Emissões Atmosféricas**

O controlo das emissões atmosféricas, das fontes pontuais FF1 a FF21, é efectuado de acordo com a tabela 6, não sendo permitido a nenhum parâmetro exceder o valor limite correspondente. Como já foi referido, a amostragem é efectuada de modo a representar as condições normais de funcionamento da instalação, e sempre que possível à carga máxima. A velocidade de saída dos

gases, nas várias fontes pontuais, deve ser pelo menos 6 m/s, se o caudal for superior a 5.000 m<sup>3</sup>/h, ou 4 m/s, se for inferior ou igual a 5.000 m<sup>3</sup>/h. Também como já foi referido, as medições devem ser efectuadas de acordo com NP 2167:1992, e no caso dos sistemas de monitorização em contínuo são aplicados os procedimentos da norma EN 14181:2003. Os equipamentos de monitorização, medição ou amostragem das emissões, devem ser submetidos, anualmente, a um controlo metrológico, de acordo com o artigo 28º do Decreto-Lei nº 78/2004, de 3 de Abril. Os resultados das medições são registados, processados, validados e apresentados à APA, de acordo com o disposto no artigo 23º do Decreto-Lei nº 78/2004. No caso do poluente NO<sub>x</sub>, medido em contínuo na fonte FF21, considera-se VLE cumprido se, cumulativamente:

- Nenhum valor médio de um mês de calendário exceder o VLE estabelecido na tabela 6.
- Nenhum valor médio diário exceder em mais de 30%, o VLE estabelecido na tabela 6.
- Nenhum valor médio horário exceder mais de 100%, o VLE estabelecido na tabela 6.

No caso das restantes medições pontuais, consideram-se respeitados os VLE, se nenhum valor exceder o respectivo VLE, estabelecido na Tabela 6.

**Tabela 6** – Monitorização e valores limite de emissão atmosférica das fontes pontuais FF1 a FF21.

Código da Fonte	Actividade	Parâmetro	VLE <sup>(1)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	Frequência da monitorização
FF1 - FF10	PVC-S	Partículas Totais em Suspensão (PTS)	50	Duas vezes/Ano <sup>(2)</sup>
		Cloreto de Vinilo (VCM)	5	
		Compostos orgânicos, expressos em carbono total (COT)	50	
FF11 - FF14	PVC-E	Partículas Totais em Suspensão (PTS)	50	
		Cloreto de Vinilo (VCM)	15	
		Compostos orgânicos, expressos em carbono total (COT)	50	
FF15	Unidade Criogénica	Cloreto de Vinilo (VCM)	15	
FF16	Exaustão do tanque de neutralização	Compostos Inorgânicos Clorados (Cl <sup>+</sup> )	250	
		Cloro (Cl <sub>2</sub> )	-	
		Partículas Totais em Suspensão (PTS)	300	

Código da Fonte	Actividade	Parâmetro	VLE <sup>(1)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	Frequência da monitorização
FF17 - FF20	Caldeiras alimentadas a fuelóleo ou gás natural	Partículas Totais em Suspensão (PTS)	300	
		Monóxido de Carbono (CO)	1.000	
		Óxidos de Azoto (NO <sub>x</sub> ), expresso em NO <sub>2</sub>	1.500	
		Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	2.700	
		Compostos orgânicos, expressos em carbono total (COT)	50	
		Chumbo total (Pb) + Crómio total (Cr) + Cobre total (Cu)	5	
		Arsénio total (As) + Níquel total (Ni)	1	
		Cádmio total (Cd) + Mercúrio total (Hg)	0,2	
FF21	Caldeira de recuperação de calor integrada na unidade de co-geração	Partículas Totais em Suspensão (PTS)	300	Duas vezes/Ano <sup>(2)</sup>
		Monóxido de Carbono (CO)	1.000	
		Óxidos de Azoto (NO <sub>x</sub> ), expresso em NO <sub>2</sub>	1.067	
		Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	2.700	
		Compostos orgânicos, expressos em carbono total (COT)	50	
		Chumbo total (Pb) + Crómio total (Cr) + Cobre total (Cu)	5	
		Arsénio total (As) + Níquel total (Ni)	1	
		Cádmio total (Cd) + Mercúrio total (Hg)	0,2	

<sup>(1)</sup> Todos os VLE referem-se ao teor de O<sub>2</sub> efectivamente medido e a gás seco nos efluentes gasosos, excepto para o caso do NO<sub>x</sub> (15% de O<sub>2</sub>).

<sup>(2)</sup> A monitorização deverá ser efectuada duas vezes em cada ano civil, com intervalo mínimo de dois meses entre as medições.

Particularmente às emissões para a atmosfera de partículas de PVC e emissões de VCM, e sem descurar as monitorizações nas chaminés na globalidade da instalação, de acordo com o que foi referido anteriormente e descrito na tabela 6, é necessário verificar, que o valor da emissão total de VCM, com origem nos processos de fabrico de PVC-S, deverá ser inferior a 100 g VCM/ton PVC-S.

### Controlo das Descargas das Águas Residuais

O controlo das águas residuais é efectuado pela instalação, sendo encaminhadas para os pontos de descarga ED1, ED2, EH1 e EH2 nas instalações localizadas no CQE, e EH3 nas instalações no Porto de Aveiro. Sem prejuízo de eventuais alterações impostas pela entidade gestora do sistema colectivo (SIMRIA), o controlo é efectuado de acordo com o especificado na tabela 7. A colheita de amostras das águas residuais é efectuada à saída dos respectivos órgãos de tratamento instalados, sendo registado o valor de caudal do efluente descarregado, através de um medidor de caudal com totalizador. A amostra deverá ser representativa da descarga de água residual, proporcional ao caudal e tendo em consideração o funcionamento da instalação.

**Tabela 7** – Monitorização e valores limite de emissão das águas residuais encaminhadas para os pontos de descarga ED1, ED2, EH1, EH2 e EH3.

<b>Código Descarga</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Método Analítico de Determinação</b>	<b>Valor Limite de Emissão</b>	<b>Frequência de Amostragem</b>
ED1	Caudal	Caudalímetro		Contínua
	pH	Electrometria		
	CQO	Método do dicromato de potássio		Semanal
	CBO <sub>5</sub> (20 °C)	Determinação de O <sub>2</sub> dissolvido antes e após 5 dias de incubação a 20 °C ± 1 °C ao abrigo da luz, com adição de um inibidor de nitrificação		
	SST	Centrifugação ou filtração através de membrana filtrante de 0,45 µm, secagem a 105 °C e pesagem		
	Cloreto de Vinilo	-		-
ED2	pH	Electrometria		Mensal
	Óleos e gorduras	-		
	Hidrocarbonetos totais	Espectometria no infravermelho; Gravimetria após extracção		

Código Descarga	Parâmetro	Método Analítico de Determinação	Valor Limite de Emissão	Frequência de Amostragem
EH1-EH2-EH3	pH	Electrometria	6,0 - 9,0	Mensal/Trimestral <sup>(1)</sup>
	CQO	Método do dicromato de potássio	150/125 <sup>(1)</sup> mg/l O <sub>2</sub>	
	CBO <sub>5</sub> (20 °C)	Determinação de O <sub>2</sub> dissolvido antes e após 5 dias de incubação a 20 °C ± 1 °C ao abrigo da luz, com adição de um inibidor de nitrificação	40/25 <sup>(1)</sup> mg/l O <sub>2</sub>	
	SST	Centrifugação ou filtração através de membrana filtrante de 0,45 µm, secagem a 105 °C e pesagem	60/35 <sup>(1)</sup> mg/l	
	Óleos e gorduras <sup>(1)</sup>	-	15 g/l	

<sup>(1)</sup> Relativo ao ponto de descarga EH3.

Especificamente às emissões de VCM e de sólidos suspensos, com origem no processo de fabrico de PVC-S, o valor de emissão de VCM pra a água deverá ser inferior a 1 g VCM/m<sup>3</sup>. No caso de incumprimento nas medições efectuadas, são adoptadas medidas correctivas adequadas, sendo posteriormente efectuada uma avaliação de conformidade.

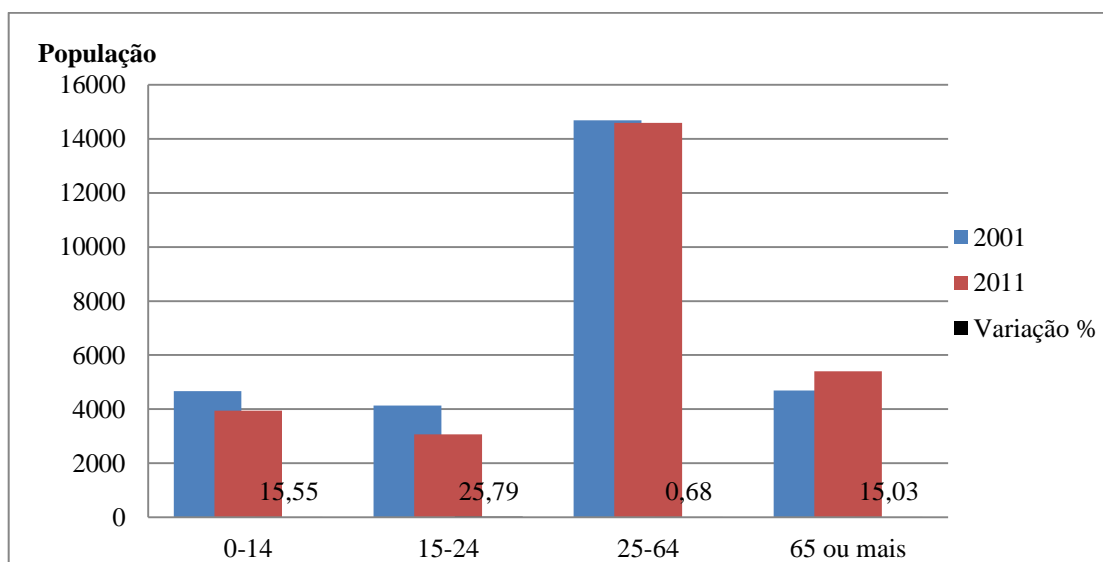


## 4. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA ENVOLVENTE

### 4.1. POPULAÇÃO

Em 2001 a população residente no concelho era cerca de 28.182 habitantes (INE,2012a), o que correspondia a 7,3% da população do Baixo Vouga e 1,2% da população da Região Centro. Ainda em 2001, Estarreja fazia parte dos 4 concelhos pertencentes ao agrupamento do Baixo Vouga, juntamente com Aveiro, Ílhavo e Ovar, com uma densidade populacional superior a 250 Hab/km<sup>2</sup> (Caderno II-CME,2012). De notar que a média registada no mesmo agrupamento para esse ano era de 214 Hab/km<sup>2</sup> (INE, 2012b).

Uma década depois, em 2011, a população residente no concelho sofreu uma redução cerca de 4,2% passando para 26.997 habitantes, diminuindo assim a densidade populacional para 248 Hab/km<sup>2</sup>, ainda assim superior à média nacional que é de 114 Hab/km<sup>2</sup> (INE, 2012b). Este valor de densidade populacional, tão superior à média nacional, é justificado pela localização geográfica do concelho, inserindo-se na faixa litoral onde tradicionalmente se fixam as populações. Ainda relativamente à variação da população verificada entre 2001 e 2011, podemos averiguar através da figura 6, que os grupos etários onde se verificou uma maior diminuição da população residente foram dos 0 aos 14 anos e dos 15 aos 24 anos, menos 15,5% e 25,8% respectivamente, tendo sido registado um aumento da população idosa, 65 anos ou mais, em cerca de 15%.



**Figura 6** – Evolução da População no Concelho de Estarreja, segundo os grupos etários, entre 2001 e 2011.

Fazendo uma análise socioeconómica ao concelho de Estarreja, é possível verificar a tendência de evolução da estrutura sectorial ao longo dos últimos 60 anos. Através da análise da tabela 8 podemos verificar que o sector primário, sector ligado á agricultura, pecuária, silvicultura, pescas, apicultura e extracção mineira, que na década de 50 e 60 era o sector predominante (quase 62% e 40,4% da população activa, respectivamente), sofreu uma significativa redução no seu número de activos ao longo dos últimos 60 anos, apresentando-se como o sector de actividade menos representado em 2011 (apenas 2,6% da população activa). Neste sector a produção de carne e leite é a actividade predominante sendo que a produção de milho é a cultura dominante.

Em sentido contrário à evolução verificada para o sector primário, o sector secundário, incluindo a indústria, a construção civil, o fornecimento de gás, água e electricidade e o sector terciário, incluindo o comércio e serviços (saúde, educação, banca, transportes e seguros), sofreram um acréscimo do número de indivíduos empregados, excepção feita em 2011 para o sector secundário, fruto da conjectura económica nacional e das transformações operadas na indústria onde foram adoptadas novas estratégias tecnológicas diminuindo a mão-de-obra necessária. O crescimento do sector secundário é consequência da crescente industrialização do concelho, onde está integrado um dos mais importantes complexos da indústria química do país.

O sector terciário é o sector económico onde se verifica um crescimento continuado do número de indivíduos empregados ao longo dos últimos 60 anos, resultado do aumento do número de serviços prestados, principalmente às empresas, e também da integração gradual da população feminina no mercado de trabalho.

**Tabela 8** – Evolução da população no Concelho de Estarreja, entre 1950 e 2011, por sector de actividade.

Anos	Total Empregados	Sector Primário		Sector Secundário		Sector Terciário	
		Total	%	Total	%	Total	%
1950	6.776	4.186	61,7	1.610	23,8	980	14,1
1960	8.460	3.416	40,4	3.092	36,5	1.952	23,1
1970	8.220	2.830	34,4	3.125	38	2.265	27,6
1980	9.810	2.239	22,8	4.880	49,8	2.691	27,4
1991	10.564	1.192	11,3	5.175	49	4.197	39,7
2001	12.135	516	4,3	6.011	49,5	5.608	46,2
2011	11.032	288	2,6	4.656	42,2	6.088	55,2



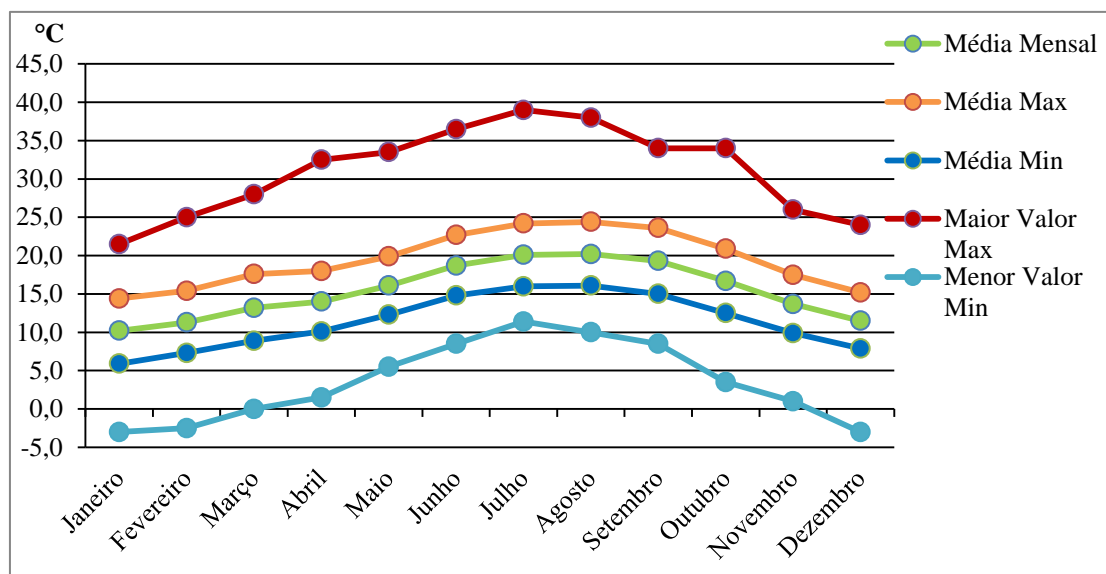
## **4.2. CLIMA**

Os dados relativos à breve descrição climática, para as variáveis meteorológicas temperatura do ar e precipitação, tiveram como origem o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) para a estação meteorológica da Universidade de Aveiro (UA) e para um período de 19 anos, de 1971 a 2000. Esta estação meteorológica situa-se no Departamento de Física e está em funcionamento desde 1980. Relativamente à caracterização da distribuição da frequência relativa e velocidade média do vento, esta foi baseada nas normais climatológicas da estação climatológica de S. Jacinto, para o período de 1954 a 1980, presentes no anexo II do Estudo de Impacte Ambiental do Projecto de Ampliação das Instalações de Processo da Fábrica da CIRES.

De um modo geral, e pela localização na faixa de climas temperados de influência mediterrânea, o concelho de Estarreja apresenta Verões quentes e secos e Invernos suaves.

### **4.2.1. TEMPERATURA DO AR**

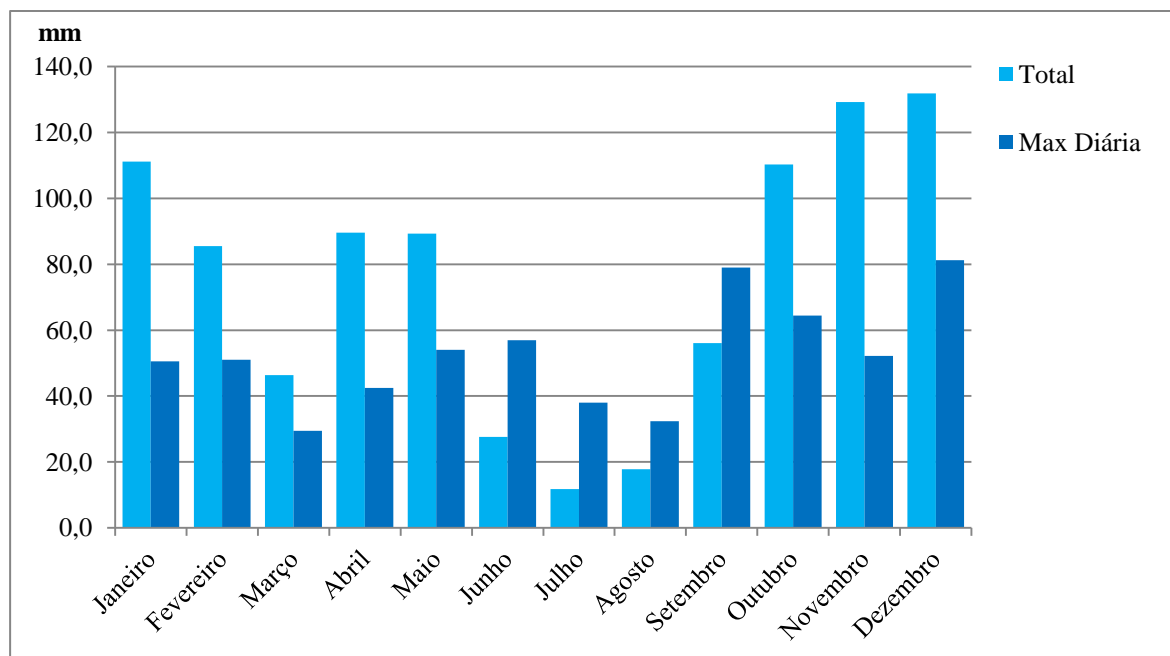
Na figura 7 são apresentados os valores de temperatura, média e absoluta, para a estação meteorológica situada na Universidade de Aveiro. Pela análise dos dados podemos afirmar que Agosto é o mês do ano com temperaturas médias mensais mais elevadas (20,2 °C), seguido do mês de Julho (20,1 °C). Agosto é também o mês onde se registam valores médios mais elevados de temperatura máxima (24,4 °C), embora seja no mês de Julho, aquele que registou o maior valor de temperatura máxima absoluta (39 °C). Quanto às temperaturas mais baixas, podemos verificar que Janeiro é o mês mais frio, apresentando tanto a temperatura média mensal mais baixa (10,2 °C), como a média de temperatura mínima mais baixa (5,9 °C) e ainda o menor valor de temperatura mínima absoluta, neste caso juntamente com o mês de Dezembro (-3 °C).



**Figura 7** – Temperatura do ar em Aveiro - Valores médios e absolutos, 1971 - 2000. (IPMA, 2013)

#### 4.2.2. PRECIPITAÇÃO

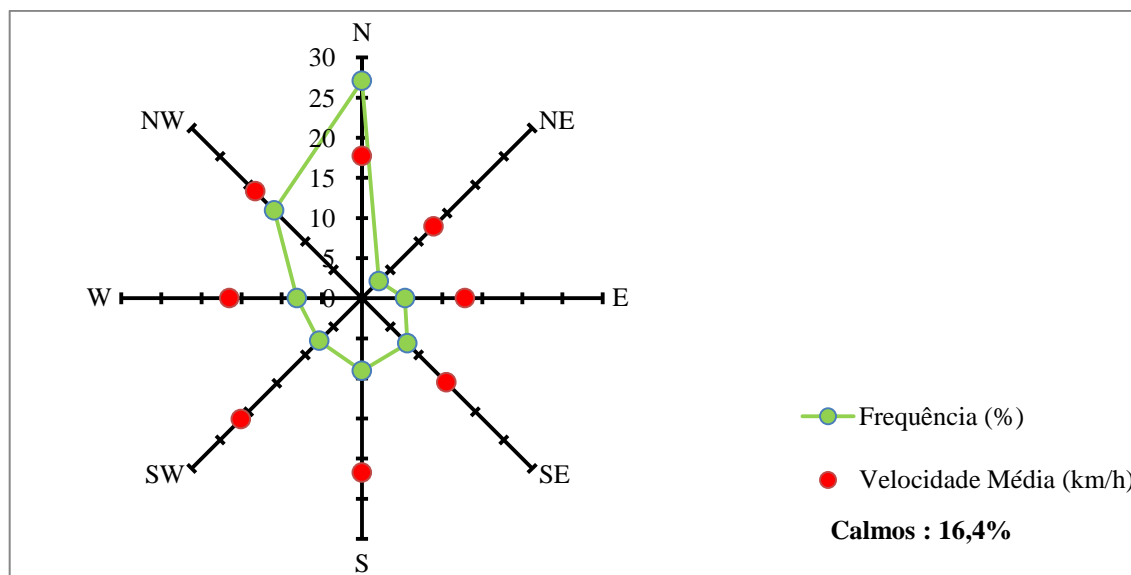
Relativamente à precipitação, e pela análise da figura 8, verificamos que o mês mais chuvoso é Dezembro (131,9 mm) e Julho o mês mais seco (11,8 mm). Também em Dezembro foi o mês do ano onde ocorreu a precipitação máxima diária (81,2 mm).



**Figura 8** - Precipitação - Valores médios e máximos, 1971 - 2000. (IPMA, 2013)

### 4.2.3. VELOCIDADE E DIRECÇÃO DO VENTO

De acordo com os dados da estação climatológica de S. Jacinto, podemos constatar pela análise da figura 9 que o regime de ventos caracteriza-se, em termos médios, pela predominância de ventos de Norte (27,1%) e Noroeste (15,5%) com velocidades médias de 17,7 km/h e 18,8 km/h, respectivamente. A velocidade mais elevada registada ocorreu em ventos de Sul (21,8 km/h) e Sudoeste (21,4 km/h). Quanto aos períodos calmos, estes representam anualmente 16,4%.



**Figura 9** – Rosa-dos-ventos - Estação climatológica de S. Jacinto, 1954 - 1980. (EIA-CIRES, 1999)

### 4.3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

De acordo com o extracto da Carta Geológica de Portugal 13-C, à escala 1:50.000 dos Serviços Geológicos (figura 1 do anexo I), podemos diferenciar duas zonas na área concelhia. Uma zona a norte onde ocorre a formação de Xistos de Arada, pertencente ao complexo Xisto-Grauváquico Ante-Ordovício e derivados, do período Primário, cerca de 500 milhões de anos atrás, coberto por depósitos de praias antigas e terraços fluviais que se dispõem para oeste em cotas sucessivamente mais baixas. Esta zona, a oeste, é caracterizada por extensas áreas aplanadas, constituindo a parte setentrional do delta de Aveiro, ocupadas por aluviões actuais e areias de duna com transição progressiva para este de praias antigas e terraços fluviais originários do período Plio-Plistocénico, indiciando as sucessivas posições que a linha da costa ocupou durante esse período. As linhas de água presentes no concelho desenvolvem-se em direcção ao mar em vales pouco cavados e ligeiramente encaixados, excepção feita ao Rio Antuã que se desenvolve em vale encaixado no complexo Xisto-Grauváquico Ante-Ordovício (Caracterização Física-CME, 2012).

Uma outra zona, na parte nascente do concelho, é caracterizada por relevo mais acidentado e com maior altitude, constituindo um complexo de depósitos Argilo-Gresosos ou mais vulgarmente chamado de Arenitos de Requeixo, originários do período do Cretácico, cerca de 100 milhões de anos atrás, e de um complexo de Xisto de Arada. Estes Arenitos de Requeixo são arenitos caulínicos, brancos ou róseos, tanto finos como grosseiros. Os Xistos de Arada são rochas duras, constituídas por xistos argilosos e finos orientados de noroeste para sudeste. Estas rochas xistentas estão geralmente cobertas por depósitos modernos essencialmente arenosos e aluvionares (Caracterização Física-CME, 2012).

Do ponto de vista hidrogeológico, a área em estudo apresenta permeabilidade média-alta, sobretudo nos depósitos de cobertura modernos constituídos pela componente arenosa (a poente da instalação), ocorrendo circulação freática aliada à percolação da água de infiltração. No entanto na componente argilosa (a Nordeste da instalação), apresenta permeabilidade média-baixa, quanto maior a componente argilosa menor será a capacidade do solo em reter ou transmitir a água (Estudo Geológico-CIRES, 2012). O complexo xistento apresenta permeabilidade fissural, isto é, a circulação da água processa-se por uma rede de fracturas e fissuras, estando a circulação da água subterrânea dependente das características geométricas das fissuras e do tipo de material de preenchimento destas. A presença de material argiloso no preenchimento tende a impermeabilizar a rocha. Estudos geotécnicos realizados na área em estudo, com recurso a sondagens (Estudo Geológico-CIRES, 2012), mostraram a existência de lençóis freáticos a uma profundidade entre os 3,5m e os 4,5m.

#### **4.3.1. ALTIMETRIA E RELEVO**

Através da análise da figura 10, carta de relevo, permite efectuar a distinção no concelho de três zonas diferenciadas entre elas e por conseguinte com um uso específico para cada uma.

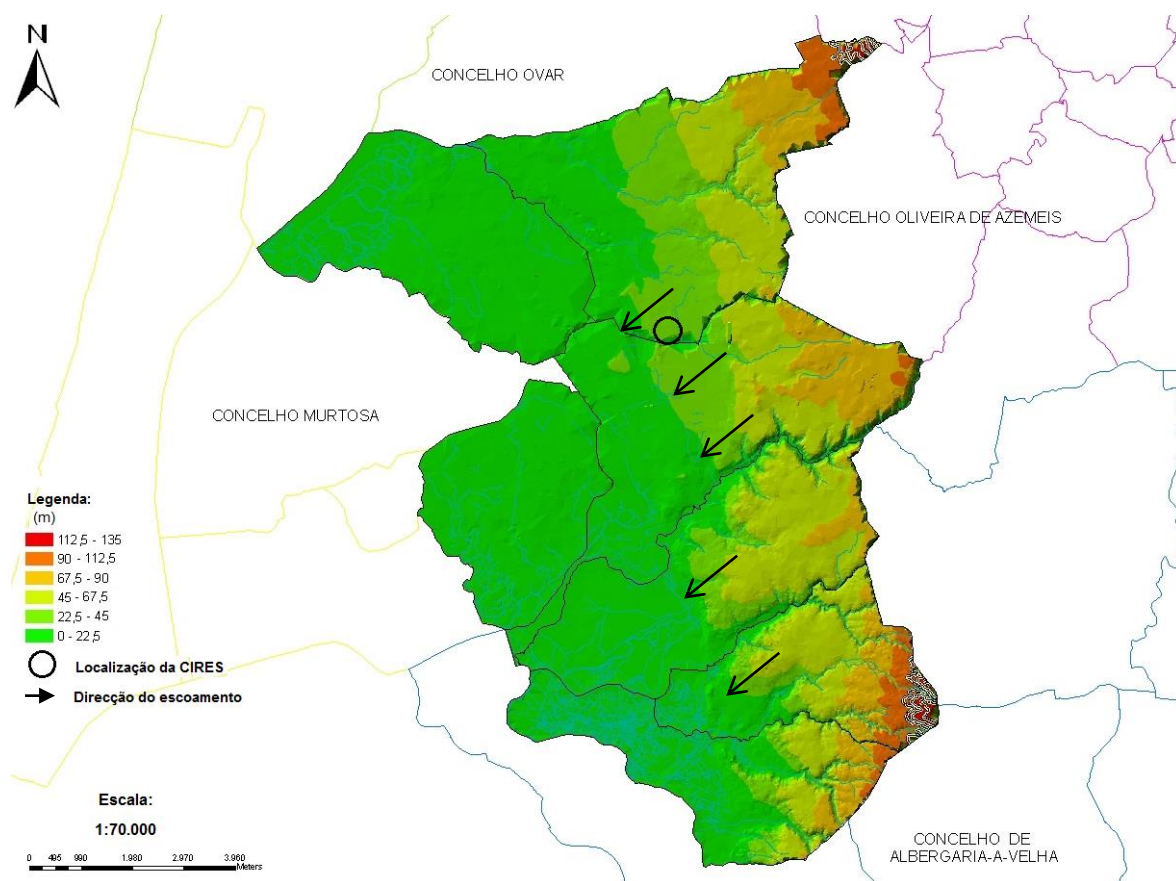
Pode-se então caracterizar uma “zona baixa”, aplanada, com uma altimetria inferior a 10 metros onde se pratica agricultura de regadio e predominam os pastos naturais, com grandes problemas de drenagem dos solos e com riscos prenunciados de inundação, por isso mesmo muito pouco ocupada para habitação, integrando as freguesias de Pardilhó, Veiros, Beduído, Salreu, Canelas e Fermelã.

Uma outra zona, “intermédia”, entre os 10 e 50 metros e onde reside a maior parte da população, sem grandes problemas de drenagem dos solos e de risco de inundação, praticando-se a mesma forma de agricultura que na “zona baixa”.

Por fim, com uma altimetria a variar entre os 50 metros e os 150 metros, encontra-se a “zona alta”, onde praticamente não existe actividade agrícola nem população residente, encontrando-se

parcialmente coberta por floresta. Nesta zona, a nascente, ocorrem as vertentes mais acentuadas, onde se encaixa o Rio Antuã, observando-se declives que chegam a atingir os 25% (Caracterização Física-CME, 2012).

Assim, e de um modo geral, podemos afirmar que o relevo é mais acentuado na parte nascente da zona concelhia, não ultrapassando contudo os 150m de altitude, diminuindo progressivamente em direcção a poente, onde se encontra a zona mais plana do concelho, não ultrapassando os 10m de altitude, local com graves problemas de inundação e de drenagem dos solos, pois além das características geológicas dessa zona, anteriormente descritas, toda a água que precipita no concelho movimenta-se por escorrência para a “zona mais baixa”.



**Figura 10 – Relevo do Concelho de Estarreja.**

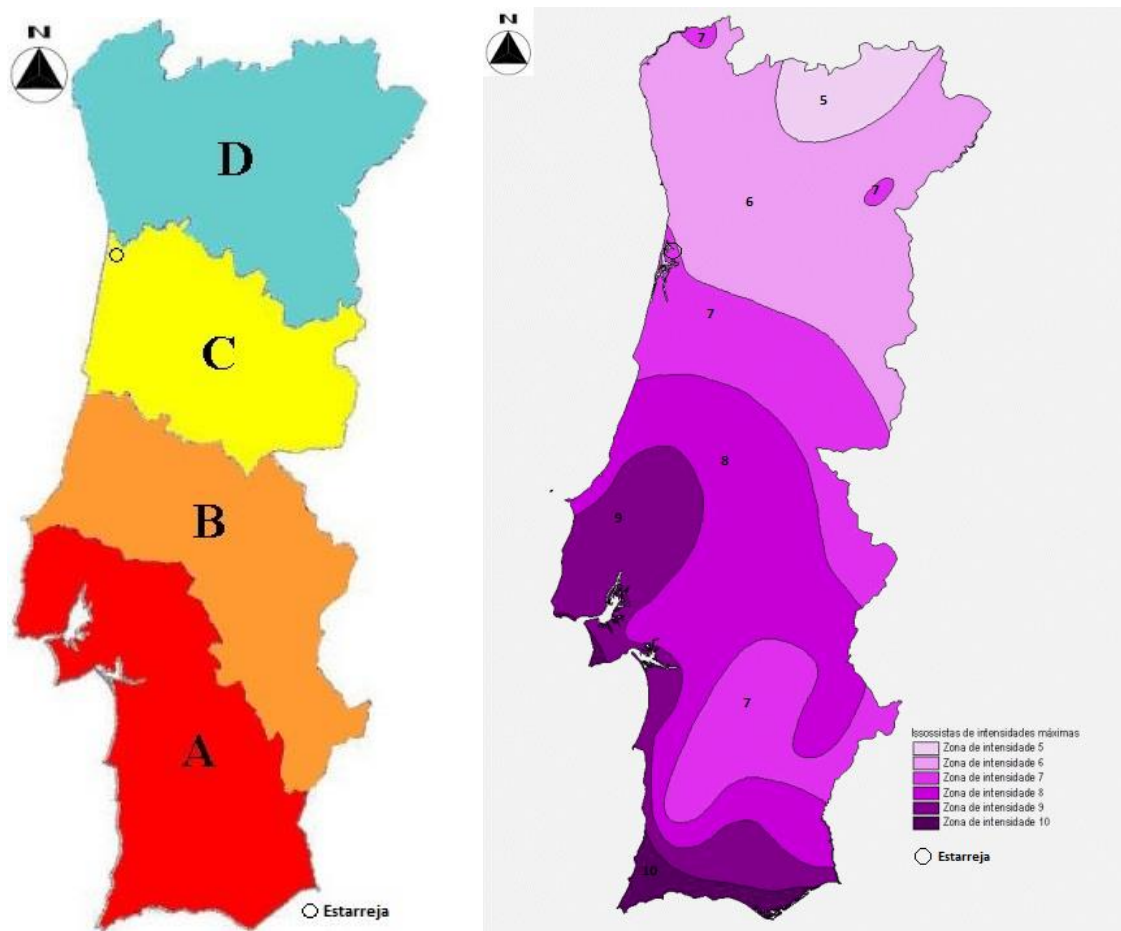
#### **4.3.2. SISMICIDADE**

Segundo o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP) o território português encontra-se dividido em 4 zonas sísmicas, A, B,C e D, sendo a zona A aquela que apresenta maior perigosidade sísmica e a zona D com menor perigosidade.

O RSAEEP considera ainda 3 tipos de terrenos que definem espectros de potência, são eles o tipo I, caracterizado por rochas e solos coerentes rijos, o tipo II, solos coerentes duros e de consistência média e os solos incoerentes compactos e do tipo III, solos coerentes moles e muito moles e incoerentes soltos (LNEC, 2009). Em geral, Portugal é considerado um país com risco moderado de sismicidade, resultado da proximidade com a falha entre as placas africana e euro-asiática. A região objecto de estudo, concelho de Estarreja, insere-se na zona “C”, de risco intermédio, como se pode verificar através da figura 11a. Conforme a descrição no ponto 3.4, os solos de cobertura incluem-se no tipo III, enquanto os solos do complexo Xisto-Grauváquico apresentam tipologia do tipo I e II. Relativamente ao efeito dos sismos nas pessoas e nas estruturas antropogénicas e naturais, escala de Mercalli, a área em estudo apresenta intensidade máxima de grau VII, traduzindo uma zona de alguma susceptibilidade a abalos sísmicos (figura 11b) (Estudo Geológico-CIRES, 2012).

a)

b)



**Figura 11** – Distribuição das zonas sísmicas em Portugal Continental (a); Carta de isossistas de intensidade máxima (b).





## **5. APLICAÇÃO DO REGIME DE RESPONSABILIDADE AMBIENTAL À CIRES**

O presente capítulo tem como objectivo a realização de uma caracterização dos descritores ambientais abrangidos pela Directiva RA, espécies e habitats, água e solos, de modo a proceder a uma avaliação do seu estado de conservação e/ou degradação para posterior análise das medidas de reparação e/ou prevenção, conforme o estado dos referidos descritores ambientais, consoante os possíveis cenários que possam decorrer de um acidente industrial grave, resultando um dano ambiental ou uma ameaça potencial desse dano.

Nos seguintes subcapítulos será efectuada uma abordagem mais pormenorizada dos descritores ambientais abrangidos.

### **5.1. ESPÉCIES E HABITATS NATURAIS PROTEGIDOS**

Relativamente aos descritores espécies e habitats, o Diploma RA faz referência aos danos ambientais e ameaças iminentes desses danos apenas às espécies e habitats com carácter de protecção, que lhe foi atribuído pelo Decreto-Lei nº 140/99 de 24 de Abril revogado pelo Decreto-Lei nº 49/2005 de 24 de Fevereiro e que transpõem para direito interno a Directiva nº 79/409/CEE e a Directiva nº 92/43/CEE, Directiva Aves e Directiva Habitats, respectivamente.

Assim sendo, o Regime RA aplica-se a espécies de fauna e flora listadas nos anexos B-II, B-IV e B-V do Decreto-Lei nº 49/2005, a todas as espécies de aves que ocorram naturalmente no estado selvagem, incluindo as migratórias, aos habitats presentes no anexo B-I do Decreto-Lei nº 49/2005 e aos habitats das espécies incluídas nos anexos A-I, B-II e B-IV do mesmo Decreto-Lei. Há ainda que dar especial relevo às áreas que integram o Sistema Nacional de Áreas Classificadas (SNAC), estabelecido pelo Decreto-Lei nº 142/2008 de 24 de Julho, que inclui a Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP), a Rede Natura 2000 e as áreas RAMSAR.

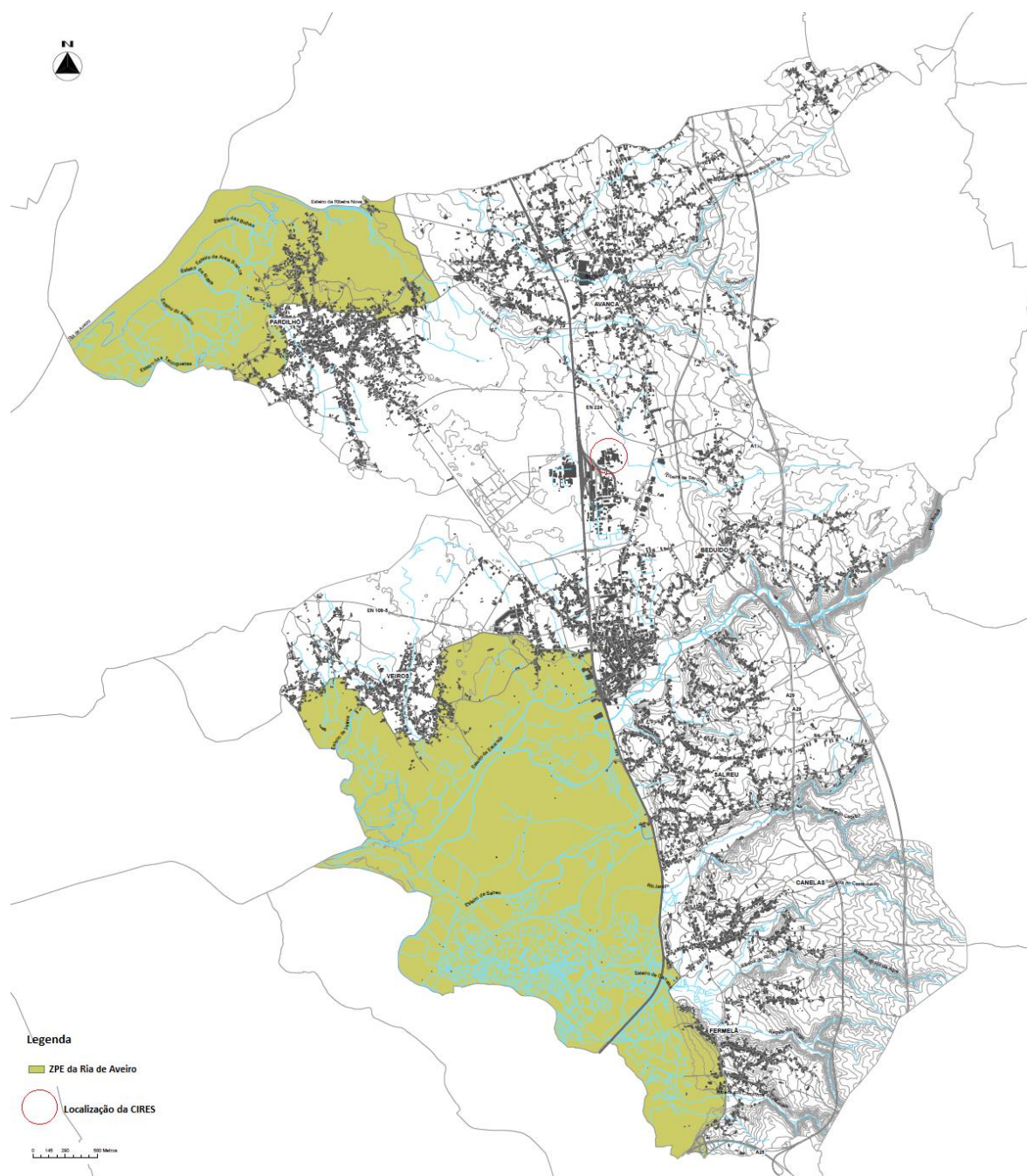
A RNAP é constituída pelas áreas protegidas ao abrigo do Decreto-Lei nº 142/2008, sendo estas classificadas segundo a sua raridade, valor científico, ecológico, social ou paisagista com o objectivo de conceder a essas áreas um estatuto legal de protecção e manutenção da biodiversidade e dos serviços prestados pelos ecossistemas (artigo 10º do Decreto-Lei n.º142/2008). As áreas protegidas são então classificadas em Parque Nacional, Parque Natural, Reserva Natural, Paisagem Protegida e Monumento Natural.

A Rede Natura 2000 é uma rede ecológica de âmbito europeu que resulta directamente da aplicação da Directiva Aves e da Directiva Habitat. A Rede Natura 2000 abrange as áreas classificadas como Zona Especial de Conservação (ZEC) e as áreas classificadas como Zona de Protecção Especial (ZPE) (artigo 25 do Decreto-Lei n.º142/2008). As ZEC's são zonas que, por nela constarem espécies e habitats de interesse comunitário, mais propriamente, incluídas nos anexos B-II e B-I do Decreto-Lei n.º 49/2005 respectivamente, estão sujeitas a medidas especiais de conservação. Já as ZPE's apresentam carácter de protecção uma vez que esses territórios incluem, tanto em número como em extensão, zonas apropriadas para a protecção das aves presentes no anexo A-I do Decreto-Lei n.º 49/2005, tal como aves migratórias não incluídas no anexo em causa mas com presença regular no território nacional.

As áreas RAMSAR surgiram após a Convenção sobre as zonas húmidas a 2 de Fevereiro de 1971, tendo sido realizada na cidade iraniana de Ramsar, daí a adopção do nome. Este tratado inter-governamental é relativo à conservação e ao uso racional das zonas húmidas, definidas pela Convenção como *“áreas de sapal, paul, turfeira ou água, naturais ou artificiais, permanentes ou temporárias, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo águas marinhas cuja profundidade na maré baixa não exceda os seis metros, podendo incluir zonas ribeirinhas ou costeiras a elas adjacentes, assim como ilhéus ou massas de água marinha com uma profundidade superior a seis metros em maré baixa, integradas dentro do limite da zona húmida”*. Portugal assinou a Convenção apenas a 9 de Outubro de 1980, tendo sido incluídas numa primeira fase duas zonas húmidas na lista de sítios RAMSAR, o Estuário do Tejo e a Ria Formosa. Actualmente, Portugal conta já com 31 sítios na lista RAMSAR ocupando uma área total de 132.487 ha (RAMSAR, 2013). Curiosamente, a Ria de Aveiro, um dos mais importantes sistemas lagunares do país, não está incluída na lista dos sítios RAMSAR.

### **5.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO INICIAL**

A zona em estudo, concelho de Estarreja, encontra-se, em parte, integrada na ZPE da Ria de Aveiro. Cerca de 26% da área concelhia está inserida nesta área SNAC (ICNB, 2006a). A ZPE da Ria de Aveiro localiza-se a cerca de 3 km a Sul da instalação da CIRES, e a cerca de 4 km a Noroeste da mesma (figura 12).



**Figura 12** – Carta de condicionantes da ZPE da Ria de Aveiro no Concelho de Estarreja.

Esta classificação como ZPE teve a sua origem em 1988 sendo redefinida pelo Decreto-Lei nº 384-B/99 de 23 de Setembro de 1999 e ocupando uma área total cerca de 51.407 ha, 30.670 ha de área terrestre e 20.737 ha de área marinha. Esta ZPE envolve ainda mais 9 concelhos, Águeda, Albergaria-a-Velha, Aveiro, Ílhavo, Mira, Murtosa, Oliveira do Bairro, Ovar e Vagos, sendo o concelho da Murtosa aquele que integra maior percentagem da ZPE, cerca de 81% (ICNB, 2006a). A Ria de Aveiro comporta uma grande diversidade de biótopos onde se destacam as extensas áreas de sapal, salinas, caniçais, áreas de Bocage e áreas de campos agrícolas, principalmente arrozais.

Estas áreas comportam-se como locais de alimentação, reprodução e abrigo para diversas espécies, com principal destaque para a avifauna, razão pela qual esta área foi classificada como ZPE. A Ria de Aveiro é alvo de inúmeros factores de ameaça, destacando-se a conversão dos sistemas húmidos em áreas de campos agrícolas ou a conversão de salinas em aquaculturas, o aumento da actividade turística e consequente construção de infra-estruturas com destruição dos ecossistemas. Também a actividade portuária induz significativas alterações na dinâmica da ria, sobretudo as sucessivas dragagens que aumentam a erosão e a profundidade, diminuindo a disponibilidade de alimento para as aves aquáticas. A qualidade da água é também afectada, resultado de inúmeras descargas de efluentes domésticos e industriais e da actividade agro-pecuária, que representam outro factor de ameaça, apresentando concentrações elevadas de matéria orgânica, metais pesados e biotoxinas que devido à bioacumulação nos tecidos conduz a profundas alterações no equilíbrio das espécies presentes na área, em especial nas aves.

No caso de um possível derrame de efluentes industriais, com origem na unidade industrial da CIRES, e tendo em consideração a geologia e geomorfologia da envolvente desta unidade, pode-se afirmar que a zona da ZPE a Sul da CIRES é a mais provável de ser afectada por escorrência de material contaminante, em detrimento da zona da ZPE a Noroeste. Por outro lado, é também susceptível, a ocorrência de contaminação dos lençóis freáticos a poente da instalação, uma vez que nesta área os solos são constituídos essencialmente por arenitos com elevada capacidade de infiltração.

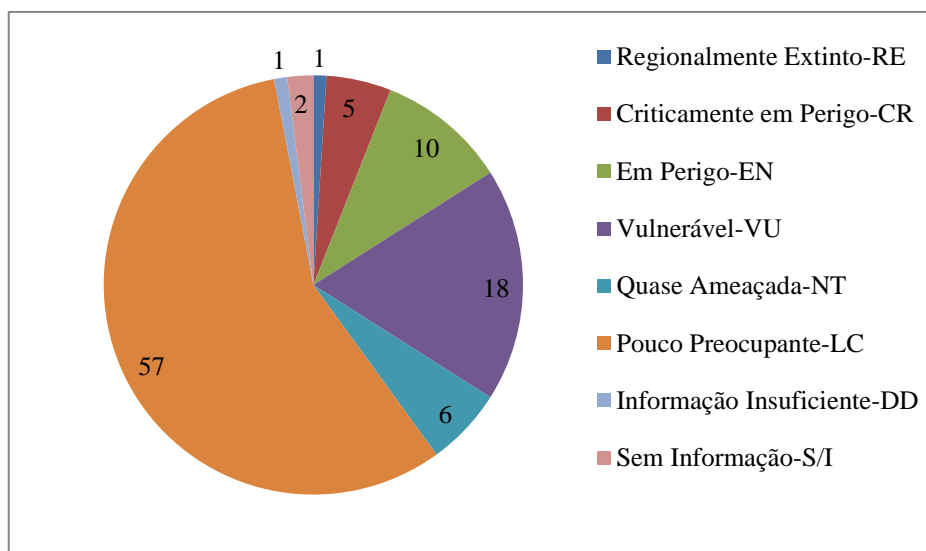
### **5.1.1.1. FAUNA**

Estarreja é assim um concelho com um vastíssimo valor patrimonial natural, local privilegiado para a conservação da natureza, com uma pluralidade de espécies faunísticas e florísticas com importância local, regional e nacional (Caracterização Física-CME, 2012). No quadro 1 do anexo II são apresentados os valores naturais faunísticos com estatuto de protecção/conservação com ocorrência comprovada na área concelhia, onde é indicado se a espécie é considerada prioritária, indicação dada pela Resolução do Conselho de Ministros nº115-A/2008 publicada no Diário da República 139/2008 de 21 de Julho, qual o biótopo ou sistema natural que ela ocupa, se tem presença na ZPE da Ria de Aveiro, qual a sua fenologia, isto é, quais as relações que a espécie apresenta relativamente aos fenómenos biológicos periódicos e o clima, tais como a reprodução e a migração, e o seu estado de conservação, visto tanto na perspectiva do “Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal, 2005” como na óptica do “Relatório Nacional de Implementação da Directiva Habitats, 2001-2006” e respectivas fichas de caracterização ecológica para cada espécie e habitat, excepto para a classe das aves por falta de informação, onde se dá particular atenção ao

“range”, isto é, a extensão máxima de ocorrência da espécie, à área, à estrutura e função e às perspectivas futuras, sendo feita uma avaliação global do seu estado de conservação.

No caso da fauna, foram consideradas 100 espécies com ocorrência comprovada na área concelhia e com carácter de protecção presentes nos anexos A-I, B-II, B-IV e B-V das Directivas Aves e Habitats. Das espécies consideradas foram contabilizadas 9 anfíbios, 82 aves (onde estão incluídas as espécies de passeriformes migradores de caniçais e galerias ripícolas e passeriformes migradores de matos e bosques), 5 mamíferos, 3 peixes e 1 réptil.

Segundo o “Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal”, e de um modo geral, 57 das espécies consideradas apresentam um estado de conservação “pouco preocupante” (LC), sendo que nesta classificação estão incluídas todas as espécies de mamíferos (5) e de répteis (1). Também de um modo geral, 18 espécies encontram-se em estado “vulnerável” (VU) e apenas uma espécie se encontra “regionalmente extintas” (RE) (figura 13).



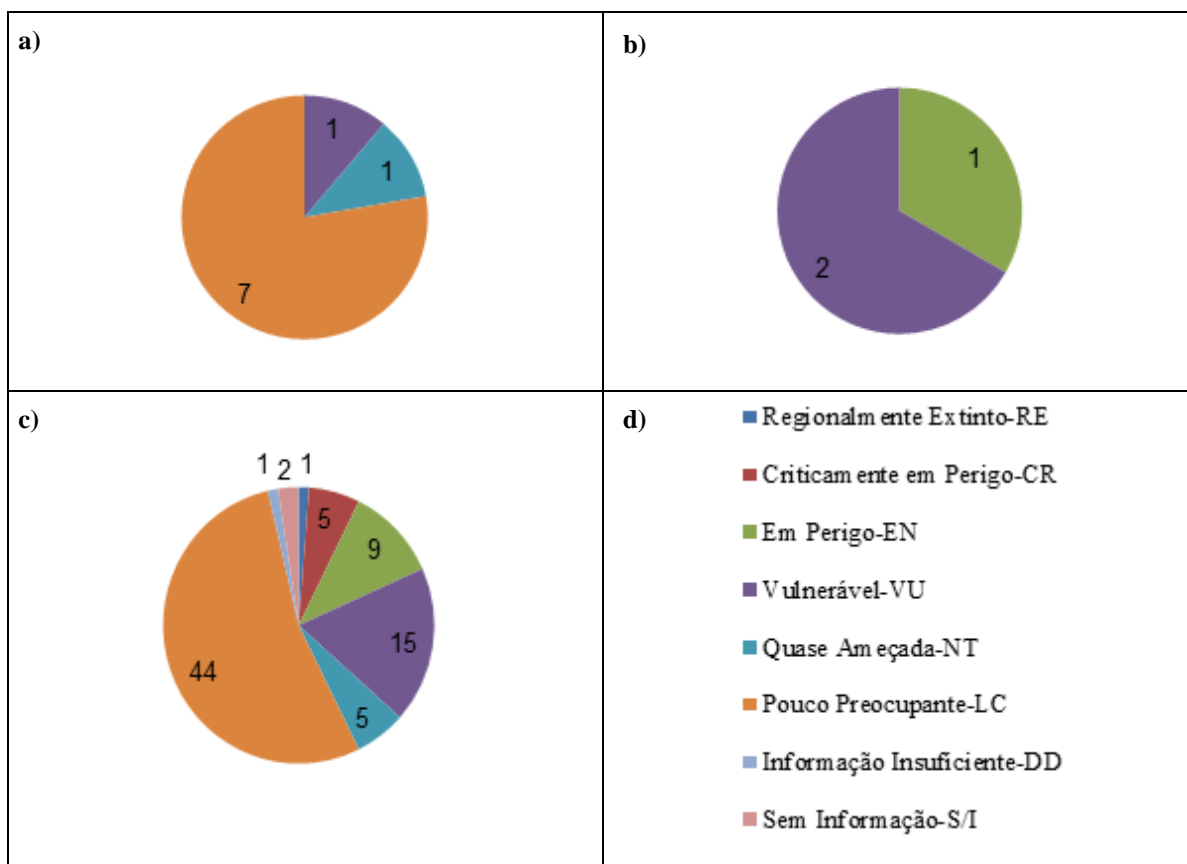
**Figura 13** – Estado de Conservação das espécies faunísticas presentes no Concelho de Estarreja. (“Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal, 2005”)

De modo particular e relativamente à classe dos anfíbios, verifica-se que 7 espécies se encontram em estado de conservação “pouco preocupante” (LC), uma classificada como “vulnerável” (VU) e uma como “quase ameaçada” (NT), sendo elas a Salamandra lusitânica (*Chioglossa lusitanica*) e a Rã-de-focinho-pontiagudo (*Discoglossus galganoi*) respectivamente (figura 14a).

Quanto à classe dos peixes, e talvez por serem espécies aquáticas, meio este bastante degradado e poluído, pelas razões já referidas anteriormente, nenhuma das espécies consideradas se apresenta como “pouco preocupante” (LC). Das três espécies de peixes consideradas, duas são classificadas como “vulnerável” (VU) e uma “em perigo” (EN), o Sável (*Alosa alosa*) (figura 14b).

No que respeita à avifauna (figura 14 c), que conta com um efectivo populacional com uma expressão territorial significativa, verifica-se que um pouco mais de metade das espécies consideradas (44 espécies, 54%), se encontram classificadas como “pouco preocupante” (LC). Quanto às espécies consideradas com estatuto de ameaça, existem 15 espécies, 18%, classificadas como “vulnerável” (VU), 9 espécies, 11%, classificadas como estando “em perigo” (EN) e 5 espécies, 6%, classificadas tanto como “criticamente em perigo” (CR) como em situação de “quase ameaçada” (NT). De referir ainda que uma espécie, a Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*), se encontra “regionalmente extinta” (RE), e não existe informação suficiente para classificar a Galinhola, *Scolopax rusticola*. De notar que a classificação da classe das aves apresenta o mesmo padrão de distribuição da classificação geral de todas as espécies, uma vez que a classe das aves é aquela que se encontra mais representada, com mais de 80% das espécies consideradas. Quanto aos passeriformes migradores, tanto de caniçais e galerias ripícolas como de matos e bosques, como representam um conjunto de espécies, e não uma espécie individualizada, não existe uma classificação adequada para este grupo.

A zona de Estarreja, mais propriamente o CQE, é conhecida pelo passivo histórico de poluição por metais pesados (mercúrio, cádmio, níquel, chumbo, zinco entre outros). Tavares (1995) relatou emissões de efluentes líquidos de mercúrio de 8,5 mg/l/ano e já em 2002 a EPER (European Pollutant Emission Register), actualmente E-PRTR (European Pollutant Release and Transfer Register), relatou caudais de mercúrio de 7,61 kg/ano. Outros estudos realizados na área de estudo (Costa, 2005) evidenciam a presença nas penas, em algumas espécies de avifauna, de níveis elevados de cádmio, composto usado nos adubos fosfatados, demonstrando claramente a presença de níveis elevados de cádmio no meio ambiente.

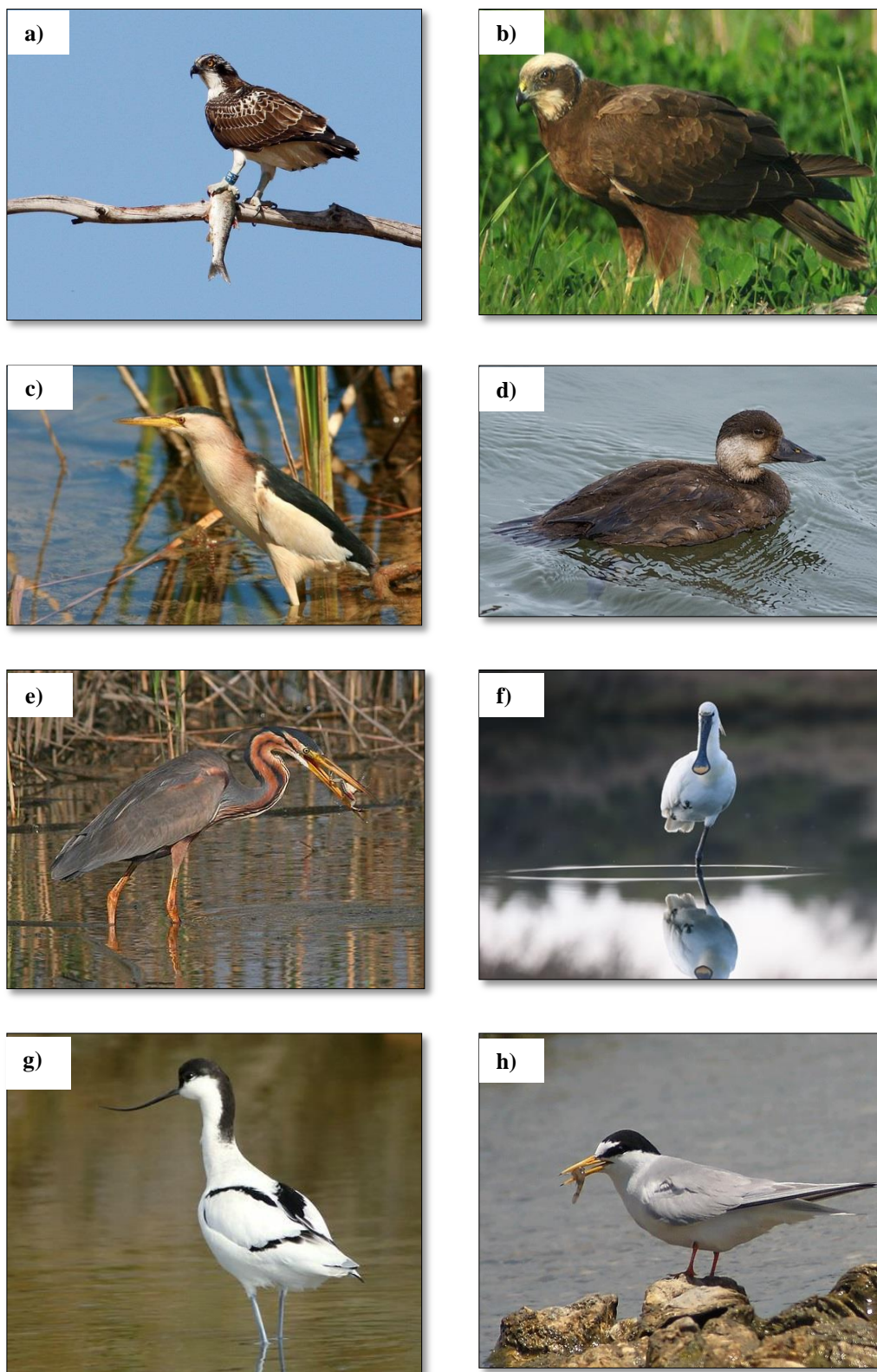


**Figura 14** - Estado de conservação das classes anfíbios (a), peixes (b) e aves (c) presentes no Concelho de Estarreja e respectiva legenda (d). ("Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal, 2005")

Ainda em relação às aves, das 80 espécies analisadas, 13 delas são consideradas como prioritárias pela Resolução do Concelho de Ministros nº 115-A/2008 para a ZPE da Ria de Aveiro. São elas a Garça vermelha (*Ardea purpurea*), a Águia sapeira (*Circus aeruginosus*), estas duas com larga percentagem dos seus efectivos populacionais nacionais na Ria de Aveiro, e uma parte bastante relevante na área concelhia, mais de 50% do efectivo nidificante para o primeiro caso (Ecoinside, 2008). Fazem ainda parte das espécies prioritárias o Pilrito-de-peito-preto (*Callidris alpina*), o Borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus*), o Borrelho-grande-de-coleira (*Charadrius hiaticula*), o Pernilongo (*Himantopus himantopus*), a Garça-pequena (*Ixobrychus minutus*) cuja área de ocupação tem vindo a sofrer um forte declínio, devido essencialmente à degradação do seu habitat (Ecoinside, 2008), o Pato-negro (*Melanitta nigra*) que tal como a espécie anterior apresenta forte declínio na área de ocupação e no número de indivíduos, o Milhafre-preto (*Milvus migrans*), a Águia-pesqueira (*Pandion haliaetus*) que lhe é atribuída uma situação de pré-extinção, o Colhereiro (*Platalea leucorodia*) considerado uma espécie rara na europa, o Alfaite (*Recurvirostra avosetta*) cuja população tem registado um decréscimo, a Andorinha-do-mar-anã (*Sterna albifrons*) e os dois grupos de passeriformes migradores. Das 13

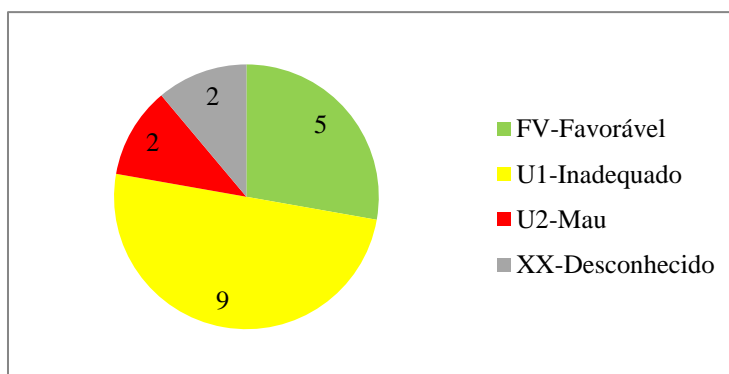
espécies com carácter prioritário, 7 são classificadas com estatuto de ameaça (“Críticamente em perigo” - CR, “Em perigo” - EN, “Vulnerável” - VU), e uma classificada como “quase ameaçada” (NT).





**Figura 15** - Exemplos de espécies de aves consideradas prioritárias, pela Resolução do Conselho de Ministros nº 115-A/2008, classificadas com estatuto de ameaça. Águia-pesqueira (a); Águia-sapeira (b); Garçote (c); Pato-negro (d); Garça-vermelha (e); Colhereiro (f); Alfaiate (g); Andorinha-do-mar-anã (h).

Relativamente à avaliação que consta no “Relatório Nacional de Implementação da Directiva Habitats, 2001-2006” elaborado pelo Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade (ICNB) em Agosto de 2008, e para as classes anfíbios, mamíferos, peixes e répteis podemos verificar, pela análise da figura 16, que mais de metade das espécies consideradas, 11 espécies, se encontra em situação desfavorável, sendo que 9 são avaliadas como desfavorável/inadequada, 7 espécies de anfíbios, uma espécie de peixes (*petromyzon marinus*) e a espécie de réptil considerada (*Lacerta schreiberi*) e duas em situação desfavorável/má, (*Alosa alosa* e *Alosa fallax*). Apenas 5 espécies são avaliadas globalmente como situação favorável, dois anfíbios e três mamíferos. É importante realçar que o número elevado de espécies com avaliação desfavorável se deve essencialmente aos critérios de avaliação global que são definidos pela Comissão Europeia no “Assessment, monitoring and reporting under Article 17 of the Habitats Directive - Explanatory Notes & Guidelines”. A avaliação global é baseada em 4 análises anteriores, “range”, área ocupada, estrutura e funções e perspectivas futuras, bastando a classificação de apenas um parâmetro como desfavorável para implicar uma avaliação global igualmente desfavorável.



**Figura 16** – Avaliação final das espécies faunísticas presentes no Concelho de Estarreja, segundo o “Relatório Nacional de implementação da Directiva Habitats, 2001-2006”. (ICNB, 2008)

#### 5.1.1.2. FLORA

No que diz respeito ao estrato arbóreo, nenhuma das espécies presentes no concelho, se encontra com carácter de protecção, isto é, não pertencem aos anexos B-II, B-IV e B-V do Decreto-Lei nº 49/2005 (Tabela 9). Ainda assim de referir que a flora existente no concelho de Estarreja, e em particular na envolvente da CIRES, é essencialmente composta por Pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) e Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (figura 17), cuja introdução se deve à acção antropogénica.

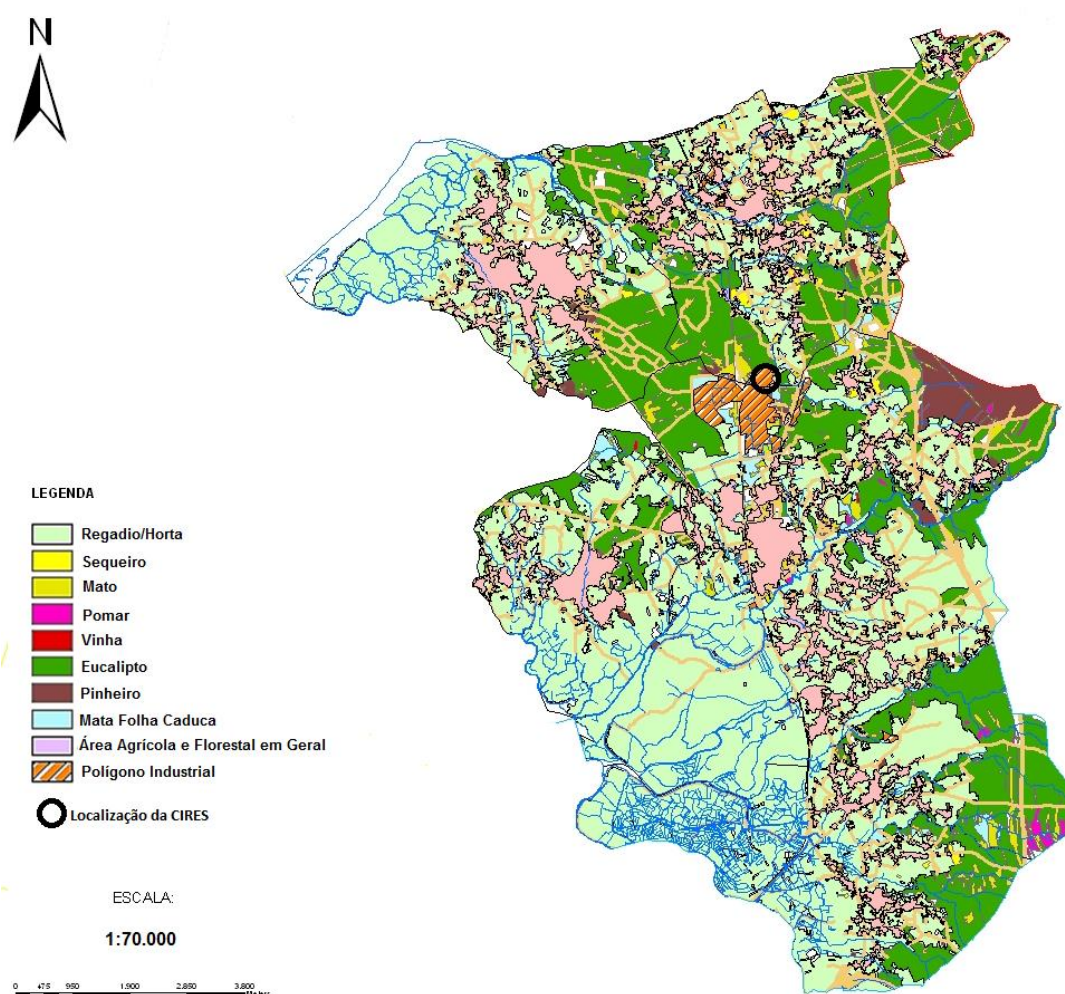
Existem ainda outras espécies mas com menor representatividade na área concelhia, como é o caso do Carvalho-roble (*Quercus robur*) e outras espécies com carácter invasor mas actualmente

naturalizadas em Portugal como é o caso da Mimosa (*Acacia dealbata*), da Acácia (*Acacia longifolia*) e da Acácia-da-austrália (*Acacia melanoxylon*). O estrato arbustivo é pouco diverso, tanto em número de espécies como de efectivos, com claro domínio do Tojo (*Ulex europaeus*) e da Urze (*Erica lusitanica*). Existem ainda terrenos agrícolas, florestais e de regadio ou hortas, cuja cultura principal é o Milho (*Zea mays*) e o Arroz (*Oryza sativa*), observando-se também vegetação mais densa onde se podem encontrar Silvas (*Rubus ulmifolius*). Nas zonas mais húmidas, ocorrem ainda Salgueiros (*Salix atrocinerea*) e Sabugueiros (*Sambucus nigra*) e nas zonas de sapal, paul e bocage podem ser observadas com bastante facilidade espécies como o Junco (*Juncus effusus*) e o Caniço (*Phragmites australis*).

**Tabela 9** – Espécies de flora presentes no Concelho de Estarreja e estatuto de protecção. (X – Com estatuto de protecção; O – Sem estatuto de protecção;)

Nome da Espécie	Nome comum	Anexo B-I, B-IV e B-V (Protegida)
<i>Acacia dealbata</i>	Mimosa	O
<i>Acacia longifolia</i>	Acácia	O
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acácia-da-austrália	O
<i>Alnus glutinosa</i>	Amieiro	O
<i>Avena strigosa</i>	Aveião	O
<i>Calendula arvensis</i>	Erva-vaqueira	O
<i>Convolvulus arvensis</i>	Corriola	O
<i>Convolvulus sepium</i>	Trepadeira	O
<i>Crataegus monogyna</i>	Pilriteiro	O
<i>Cytisus grandiflorus</i>	Giesteira-das-sebes	O
<i>Erica lusitanica</i>	Urze	O
<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	O
<i>Foeniculum vulgare</i>	Funcho	O
<i>Juncus effusus</i>	Junco	O
<i>Juncus maritimus</i>	Junco-das-esteiras	O
<i>Laurus nobilis</i>	Loureiro	O
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém	O
<i>Lonicera periclymenum</i>	Madressilva	O
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Pinheirinha-de-água	O
<i>Oryza sativa</i>	Arroz	O
<i>Pinus pinaster</i>	Pinheiro-bravo	O
<i>Phragmites australis</i>	Caniço	O
<i>Plantago lanceolata</i>	Língua-de-ovelha	O
<i>Plantago major</i>	Tanchagem-maior	O
<i>Quercus robur</i>	Carvalho-roble	O
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Saramago	O
<i>Rubus ulmifolius</i>	Silvas	O
<i>Salix atrocinerea</i>	Salgueiro	O
<i>Sambucus nigra</i>	Sabugueiro	O
<i>Senecio vulgaris</i>	Tasneirinha	O

Nome da Espécie	Nome comum	Anexo B-I, B-IV e B-V (Protegida)
<i>Tamarix canariensis</i>	Tamargueira	O
<i>Typha latifolia</i>	Tábua-larga	O
<i>Ulex europaeus</i>	Tojo	O
<i>Umbilicus rupestris</i>	Conchelo	O
<i>Zea mays</i>	Milho	O



**Figura 17** – Mapa do povoamento florestal no Concelho de Estarreja.



### 5.1.1.3. HABITATS

Os habitats com interesse comunitário são registados segundo as diferentes regiões biogeográficas identificadas na Europa. Portugal abrange três tipos de regiões biogeográficas, a região Atlântica que corresponde ao noroeste do território continental, a Mediterrânica que ocupa o restante território continental e a Macaronésia que corresponde aos arquipélagos dos Açores e da Madeira (figura 18).



**Figura 18** – Distribuição das regiões biogeográficas em Portugal Continental e nas Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira.

Relativamente aos habitats naturais e semi-naturais protegidos com ocorrência comprovada em Portugal, cerca de 88 tipos de habitats, 17 são considerados prioritários (ICNB, 2006b). Da totalidade de habitats existentes em Portugal, 9 deles ocorrem no concelho de Estarreja, Estuários (1130), Lodaçais e areias a descoberto na maré baixa (1140), Vegetação pioneira de *Salicornia* e outras espécies anuais das zonas lodosas e arenosas (1310), Prados de *Spartina* (1320), Prados salgados atlânticos (1330), Matos halófitos mediterrânicos e termoatlânticos (1420), Pradarias com *Molinia* em solos calcários, turfosos e argilo-limosos (6410), Comunidades de ervas altas higrófilas das orlas basais e dos pisos montano a alpino (6430) e Florestas aluviais de *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (91E0), sendo que apenas um é considerado prioritário (Florestas aluviais de *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* - 91E0) (tabela 10). Os tipos de habitats Prados de *Spartina* e Prados salgados atlânticos ocorrem exclusivamente em território português (ICNB, 2006a). Alguns tipos de habitats podem-se encontrar em simultâneo numa mesma área, sendo impossível definir limites físicos, nomeadamente Vegetação pioneira de *Salicornia* e outras espécies anuais das zonas lodosas e arenosas, Prados salgados atlânticos e Matos halófitos mediterrânicos e termoatlânticos (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2008). Com base nas fichas de caracterização ecológica elaboradas pela Associação Lusitana de Fitossociologia, foi possível compor o seguinte quadro.

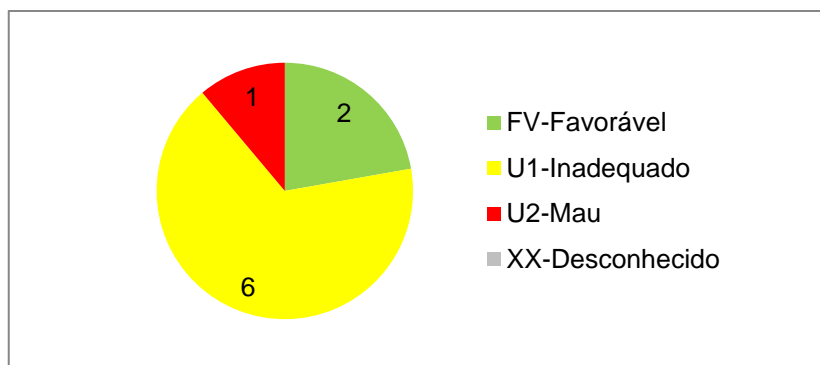
**Tabela 10** - Avaliação do estado de conservação dos habitats presentes no concelho de Estarreja. (Fonte: <http://www.icn.pt/reldhabitats/Habitats%20naturais/>; European Commission, 2006)

Tipo	Código	Habitat	Prioritário	"Range"	Área	Estrutura e Função	Perspectivas Futuras	Avaliação Global
<b>1 - Habitats Costeiros e Vegetação Halófito</b>	1130	<a href="#">Estuários</a>	O	FV	U1	U1	XX	U1
	1140	<a href="#">Lodçais e areias a descoberto na maré baixa</a>	O	U1	U1	U2	U1	U2
	1310	<a href="#">Vegetação pioneira de <i>Salicornia</i> e outras espécies anuais das zonas lodosas e arenosas</a>	O	FV	U1	FV	FV	U1
	1320	<a href="#">Prados de <i>Spartina</i></a>	O	U1	U1	FV	XX	U1
	1330	<a href="#">Prados salgados atlânticos</a>	O	FV	U1	U1	XX	U1
	1420	<a href="#">Matos halófitos mediterrânicos e termoatlânticos</a>	O	U1	U1	FV	FV	U1
<b>6 - Formações Herbáceas Naturais</b>	6410	<a href="#">Pradarias com <i>Molinia</i> em solos calcários, turfosos e argilo-limosos</a>	O	FV	FV	XX	FV	FV
	6430	<a href="#">Comunidades de ervas altas higrófilas das orlas basais e dos pisos montano a alpino</a>	O	FV	U1	FV	FV	U1
<b>9 - Florestas</b>	91E0	<a href="#">Florestas aluviais de <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i></a>	X	FV	FV	XX	FV	FV

Legenda: FV-Favorável; U1-Inadequado; U2-Mau; XX-Desconhecido; X-Prioritário; O-Não Prioritário

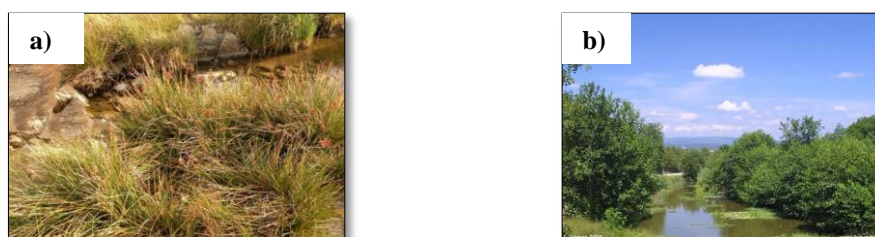
Da análise da figura 19, podemos averiguar que na sua maioria, 7 habitats considerados na área concelhia se encontram em estado desfavorável, sendo que 6 estão classificados como

desfavorável/inadequado e apenas um habitat, se encontra em estado de conservação desfavorável/mau. Os restantes dois são classificados como favorável. Tal como acontece com a avaliação global referente à fauna, também a avaliação global dos habitats é condicionada pela classificação de cada parâmetro, sendo a avaliação global desfavorável sempre que um dos parâmetros também assim seja classificado.



**Figura 19** – Avaliação final dos habitats presentes no Concelho de Estarreja, segundo o “Relatório Nacional de Implementação da Directiva Habitats, 2001-2006”. (ICNB, 2008)

Os habitats cuja avaliação global foi favorável são: Pradarias com *Molinia* em solos calcários, turfosos e argilo-limosos (6410) e Florestas aluviais de *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (91E0), este último considerado prioritário pelo Decreto-Lei n.º 49/2005. O habitat com o código 6410 (figura 20a) é caracterizado por juncais higrófilos, não nitrófilos e não halófilos ou prados dominados por *Molinia caerulea*, em ambos os casos, em comunidades de solos espessos, húmidos ou mesmo encharcados com água estagnada e com evidência de gleização do solo. A tendência do “range” tende a ser estável enquanto que a tendência da área ocupada tende a aumentar (ICN, 2008). O habitat com o código 91E0 (figura 20b) é caracterizado por bosques caducifólios, densos e sombrios, ripícolas ou paludosos. Ausentes dos cursos de água temporários ou com regime torrencial. Tanto o “range” como a área de ocupação tendem a ser estáveis (ICN, 2008).

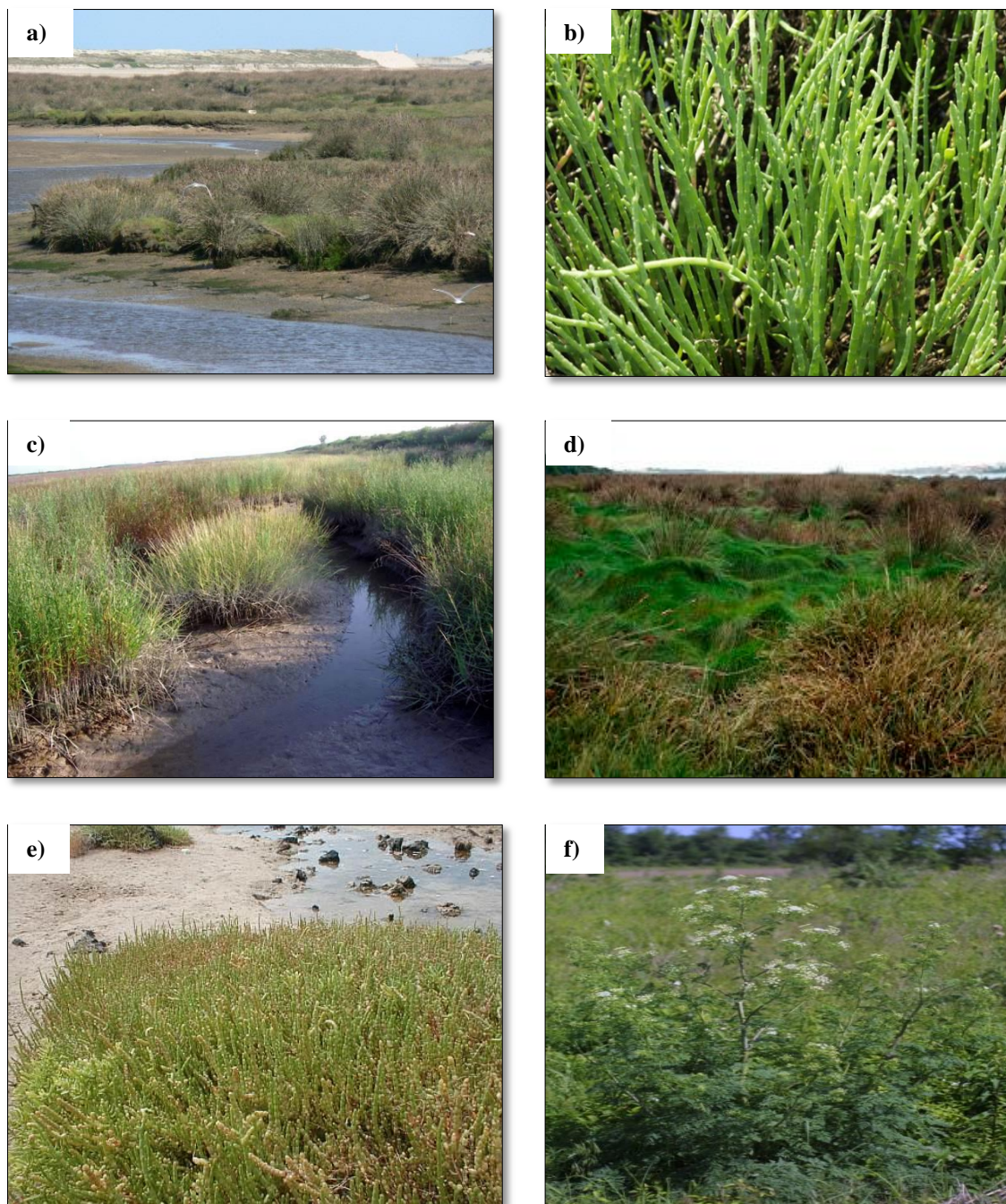


**Figura 20** – Exemplos dos tipos de habitats naturais classificados como estando em situação favorável: Pradarias com *Molinia* em solos calcários, turfosos e argilo-limosos (a) e Florestas aluviais de *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (b)

Quanto aos habitats classificados como desfavorável/inadequado, estes são: (Estuários) (1130), Vegetação pioneira de *Salicornia* e outras espécies anuais das zonas lodosas e arenosas (1310), Prados de *Spartina* (1320), Prados salgados atlânticos (1330), Matos halófitos

mediterrânicos e termoatlânticos (1420) e Comunidades de ervas altas higrófilas das orlas basais e dos pisos montano a alpino (6430). O habitat com o código 1130 (figura 21a) localiza-se na foz dos grandes rios em espaços protegidos por reentrâncias da costa, sujeitos a marés de menor amplitude e estação seca prolongada reflectindo uma concentração acentuada de sais no sapal alto. A presença de água salobra e a fraca corrente das marés permite a deposição de sedimentos finos e formação de lodaçais e bancos arenosos. O “range” deste tipo de habitat tende a ser estável enquanto a área de ocupação tende a decrescer. O habitat com o código 1310 (figura 21b) é caracterizado por vegetação halófila ou halonitrófila, suculenta ou graminóide, sujeita a inundações temporárias de água salgada ou ao efeito contínuo da maresia salina em arribas batidas pelo vento. Tal como sucede com o anterior habitat, o “range” tem tendência a ser estável enquanto a área de ocupação diminui por influência humana directa (ICN, 2008). O habitat com o código 1320 (figura 21c) caracteriza-se por conter vegetação hidrófila, com altura inferior a 60 cm. Encontra-se em sedimentos marinhos ou fluvio-marinhos, sujeitos à influência das marés. Possuem ainda um papel fundamental na estabilização dos fundos de sapais estuarinos, uma vez que o seu sistema radicular, tipo fasciculado, torna mais coesas as partículas do solo e os caules diminuem a velocidade da água favorecendo a sedimentação. Tanto o “range” como a área de ocupação têm tendência a diminuir, tanto por acção natural como por acção antropogénica (ICN, 2008). Os prados salgados atlânticos, com o código 1330 (figura 21d), é descrito por prados-juncais higrófilos com cobertura de juncáceas e gramíneas. Predominam em biótopos com salinidade baixa a moderada, sem encharcamento permanente embora sejam inundados pela maré. A área de ocupação tem tendência a diminuir, embora o “range” tenha tendência a estabilizar (ICN, 2008). Quanto ao habitat com o código 1420 (figura 21e), é caracterizado por vegetação perene de sapal externo dominada por arbustos halófilos. Ocorrem em solos fortemente salinos, ricos em sódio e frequentemente inundados por água salobra. As comunidades vegetativas são bastante resilientes, recuperando rapidamente após alguma ameaça. Tanto o “range” como a área de ocupação têm tendência a diminuir (ICN, 2008). O tipo de habitat com o código 6430 (figura 21f) é normalmente ocupado por vegetação megafórbica meso-higrófila de tendência esciófila, que se distribui por solos profundos com nível trófico médio a elevado. Tal como outros tipos de habitats classificados como desfavoráveis/inadequados, o “range” tende a ser estável enquanto a sua área tem tendência a diminuir (ICN, 2008).





**Figura 21** – Exemplos dos tipos de habitats naturais: Estuários (a), Vegetação pioneira de *Salicornia* e outras espécies anuais das zonas lodosas e arenosas (b), Prados de *Spartina* (c), Prados salgados atlânticos (d), Matos halófitos mediterrânicos e termoatlântico

Por último, o habitat classificado como como desfavorável/mau é o habitat com o código 1140 (figura 22), lodaçais e areias a descoberto na maré baixa, são caracterizados por serem desprovidos de plantas vasculares, mas colonizados por algas azuis e diatomáceas. Os sedimentos são finos não consolidados com presença de importantes povoaamentos de invertebrados. Esta característica é reveladora da sua importância enquanto área de alimentação da avifauna. Este habitat tem sofrido

inúmeras ameaças como a dragagem de fundos estuarinos, os métodos de pesca ou apanha que perturbam o fundo, obras que alteram o regime de correntes, aumento da carga de nutrientes, poluição por efluentes não tratados e por hidrocarbonetos e o estabelecimento de viveiros de bivalves. Embora a tendência da área de ocupação esteja estável, o seu “range” tende a diminuir (ICN, 2008).



**Figura 22** – Exemplo do tipo de habitat natural 1140.

Importa ainda destacar os serviços prestados pelos ecossistemas (tabela 11), definidos no Decreto-Lei nº 142/2008 como “*os benefícios que as pessoas obtêm, directa ou indirectamente, dos ecossistemas, distinguindo-se: Serviços de produção, entendidos como os bens produzidos ou aprovionados pelos ecossistemas, nomeadamente alimentos, água doce, lenha, fibra, bioquímicos ou recursos genéticos, entre outros; Serviços de regulação, entendidos como os benefícios obtidos da regulação dos processos do ecossistema nomeadamente a regulação do clima, de doenças, de cheias ou a desintoxicação, entre outros; Serviços culturais, entendidos como os benefícios não naturais obtidos dos ecossistemas, nomeadamente ao nível espiritual, recreativo, estético ou educativo, entre outros; Serviço de suporte, entendidos como os serviços necessários para a produção de todos os outros serviços, nomeadamente a formação do solo, os ciclos de nutrientes ou a produtividade primária, entre outros.*”

**Tabela 11** – Serviços prestados pelos habitats naturais presentes na área concelhia.

Código	Habitat	Serviços Produção	Serviços Regulação	Serviços Culturais	Serviços Suporte
1130	Estuários	Produção de Alimentos; Recursos Genéticos	Eliminação/Reciclagem de Resíduos	Educação e Ciência	Refúgio da Biodiversidade; Regulação do ciclo de Nutrientes
1140	Lodajais e areias a descoberto na maré baixa	Produção de Alimentos; Substâncias de uso Farmacêutico	Prevenção de fenómenos catastróficos; Eliminação/Reciclagem de Resíduos; Captação de CO <sub>2</sub> ; Controlo Biológico	Educação e Ciência	Refúgio da Biodiversidade; Regulação do ciclo de Nutrientes; Retenção do solo
1310	Vegetação pioneira de <i>Salicornia</i> e outras espécies anuais das zonas lodosas e arenosas	Recursos Genéticos	Eliminação/Reciclagem de Resíduos	Educação e Ciência	Refúgio da Biodiversidade; Regulação do Ciclo de Nutrientes
1320	Prados de <i>Spartina</i>	Produção de Alimentos; Recursos Genéticos	Eliminação/Reciclagem de Resíduos	Educação e Ciência	Refúgio da Biodiversidade; Regulação do Ciclo de Nutrientes
1330	Prados salgados atlânticos	Produção de Alimentos	Eliminação/Reciclagem de Resíduos	Composição da Paisagem	Refúgio da Biodiversidade
1420	Matos halófitos mediterrânicos e termatlânticos	Produção de Alimentos; Recursos Genéticos	Eliminação/Reciclagem de Resíduos	Educação e Ciência	Refúgio da Biodiversidade; Regulação do Ciclo de Nutrientes
6410	Pradarias com <i>Molinia</i> em solos calcários, turfosos e argilo-limosos	Fornecimento de Água	Prevenção de fenómenos catastróficos	-	Refúgio da Biodiversidade; Regulação do Ciclo de Nutrientes; Retenção do Solo
6430	Comunidades de ervas altas higrófilas das orlas basais e dos pisos montano a alpino	Pouco Relevante	Pouco Relevante	Pouco Relevante	Pouco Relevante
91E0	Florestas aluviais de <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i>	Produção de Madeira	Captação de CO <sub>2</sub> ; Prevenção de Fenómenos Catastróficos	Educação e Ciência; Composição da Paisagem	Regulação do Ciclo de Nutrientes; Regulação do Ciclo da Água; Retenção do Solo

## 5.2. ÁGUA

O Regime RA faz referência aos danos causados à água e às ameaças iminentes desses danos, definidos pelo Diploma RA como quaisquer danos que afectem adversa e significativamente o estado ecológico e químico das águas superficiais, o potencial ecológico e estado químico das águas de transição ou artificiais e o estado quantitativo e químico das águas subterrâneas, e que se encontrem enquadradas pelo Decreto-Lei nº 58/2005, Lei da Água.

São assim abrangidas as águas superficiais, que compreendem as águas interiores superficiais lóticis (rios) e lénticas (lagos), águas de transição, isto é, águas salobras resultado da proximidade

de águas costeiras com cursos de água doce (estuários), águas costeiras, massas de água artificiais (canais), e massas de água fortemente modificadas (albufeira), e as águas subterrâneas.

Neste sentido serão então classificadas as massas águas presentes na área concelhia tendo em consideração o seu estado ecológico, químico e quantitativo. Essa classificação é da competência da ex-Administração da Região Hidrográfica do Centro (ex-ARHC), aquando da elaboração dos Planos de Gestão das Bacias Hidrográficas (PGBH).

No caso das águas superficiais, o estado final será definido em função da pior classificação atribuída aos estados que as caracterizam, estado ecológico (ou potencial ecológico no caso das águas de transição) e estado químico, princípio designado *one out-all out* (Instituto da Água, 2009).

A classificação do estado/potencial ecológico, que traduz a qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos (Instituto da Água, 2009), é realizada com base em três elementos de qualidade, biológicos, químicos e físico-químicos e hidromorfológicos. No caso do elemento biológico é dado particular destaque aos elementos biológicos Fitobentos e Invertebrados Bentónicos. A classificação do elemento biológica é expressa nas seguintes classes: “Excelente”, “Bom”, “Razoável”, “Medíocre” e “Mau”. O elemento químico e físico-químico, é classificado segundo elementos gerais onde constam os parâmetros fósforo total, taxa de saturação de oxigénio, oxigénio dissolvido, pH, nitratos, CBO<sub>5</sub> e azoto amoniacal, e poluentes específicos tendo sido estabelecidas normas de qualidade ambiental (NQA) para esses poluentes. A classificação deste elemento, físico-químico, é expressa em “Excelente”, “Bom” e “Razoável”. No caso dos elementos hidromorfológicos utilizados na classificação do estado ecológico, estes são o regime hidrológico, a continuidade fluvial e as condições morfológicas, sendo a sua classificação expressa em “Excelente”, “Bom” e “Razoável” (ponto 1.4.2 do anexo V da DQA).

Quanto ao estado químico, relacionado com a presença de substâncias químicas no meio aquático que não ocorreriam naturalmente ou ocorreriam em concentrações reduzidas, os elementos considerados na sua classificação são as substâncias prioritárias, listadas no anexo I do Decreto-Lei nº 103/2010 de 24 de Setembro, e as respectivas NQA estabelecidas para essas substâncias que se encontram na parte A do anexo III do referido Decreto-Lei, e ainda outros poluentes listados no anexo II e respectivas NQA presentes na parte B do anexo III do Decreto-Lei supra citado. A classificação dos elementos químicos é expressa em “Bom” e “Insuficiente”. Esta classificação relaciona-se com a classificação do estado ecológico do seguinte modo: a classe “Bom” do estado químico equivale às classes “Excelente” e “Bom” do estado ecológico, e a classe “Insuficiente” do estado químico corresponde às classes “Razoável”, “Medíocre” e “Mau” do estado ecológico (ponto 1.4.3 do anexo V da DQA)

A classificação do estado/potencial ecológico é expressa em “Excelente”, “Bom”, “Razoável”, “Medíocre” ou “Mau”, sendo decidida por aquela que apresentar pior classificação. Já no caso do

estado químico de uma massa de água superficial, esta é classificada em “Bom” (caso todas as NQA sejam cumpridas) ou “Insuficiente”.

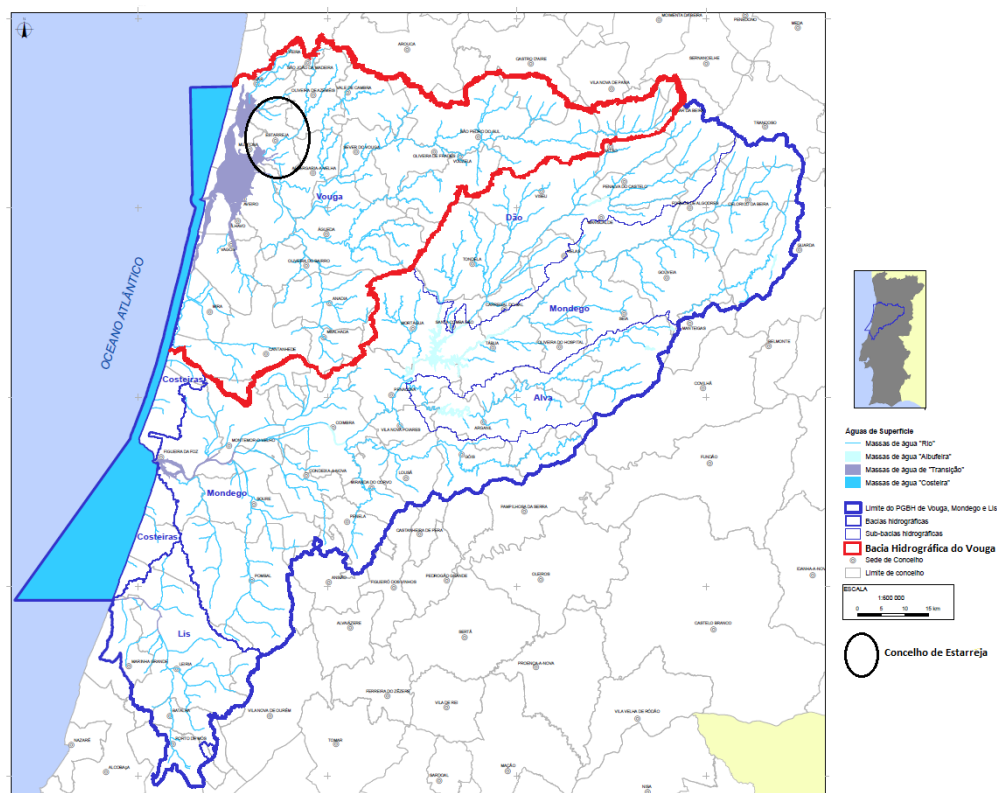
Relativamente às águas subterrâneas, o estado global é determinado tendo em consideração o estado quantitativo e o estado químico. O estado quantitativo é determinado pelo regime de níveis freáticos, isto é, o nível de água é tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não são ultrapassados pela taxa média anual de captação. Para um bom estado quantitativo de uma massa de água subterrânea, a taxa média anual de captação tem de ser inferior a 90% a recarga média anual (nº 3 do artigo 7º portaria nº 1115/2009). Quanto ao estado químico, este é estabelecido segundo os parâmetros condutividade e concentração de poluentes. A condutividade diz respeito à ocorrência de intrusões salinas ou outras nas massas de água subterrânea, enquanto a concentração de poluentes tem de obedecer às NQA para as águas subterrâneas estabelecidas no anexo I do Decreto-Lei nº 208/2008 de 28 de Outubro.

A classificação do estado quantitativo e do estado químico é expressa em duas categorias, “Bom” ou “Medíocre”, sendo que ao estado global das massas de água subterrânea é atribuído a pior classificação.

### **5.2.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO INICIAL**

A zona em estudo situa-se na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4), em particular na Bacia Hidrográfica do Vouga (figura 23). Esta bacia enquadra-se entre duas grandes bacias hidrográficas, a norte a Bacia Hidrográfica do Douro e a sul, sudeste e este a Bacia Hidrográfica do Mondego, sendo que a oeste encontra o Oceano Atlântico. Apresenta uma área total de 3.680 km<sup>2</sup> com um escoamento médio anual de 709 mm, perfazendo um volume de escoamento de 2,609 km<sup>3</sup>, que corresponde à disponibilidade hídrica da bacia (ARH Centro, 2011). Por outro lado a necessidade de água na área da bacia, distribuída pelos sectores da agricultura, pecuária, indústria e urbano, corresponde a 0,1486 km<sup>3</sup>, resultando uma taxa de utilização de aproximadamente 5,7%, o que se pode concluir que não existe escassez do recurso natural (ARH Centro, 2011).

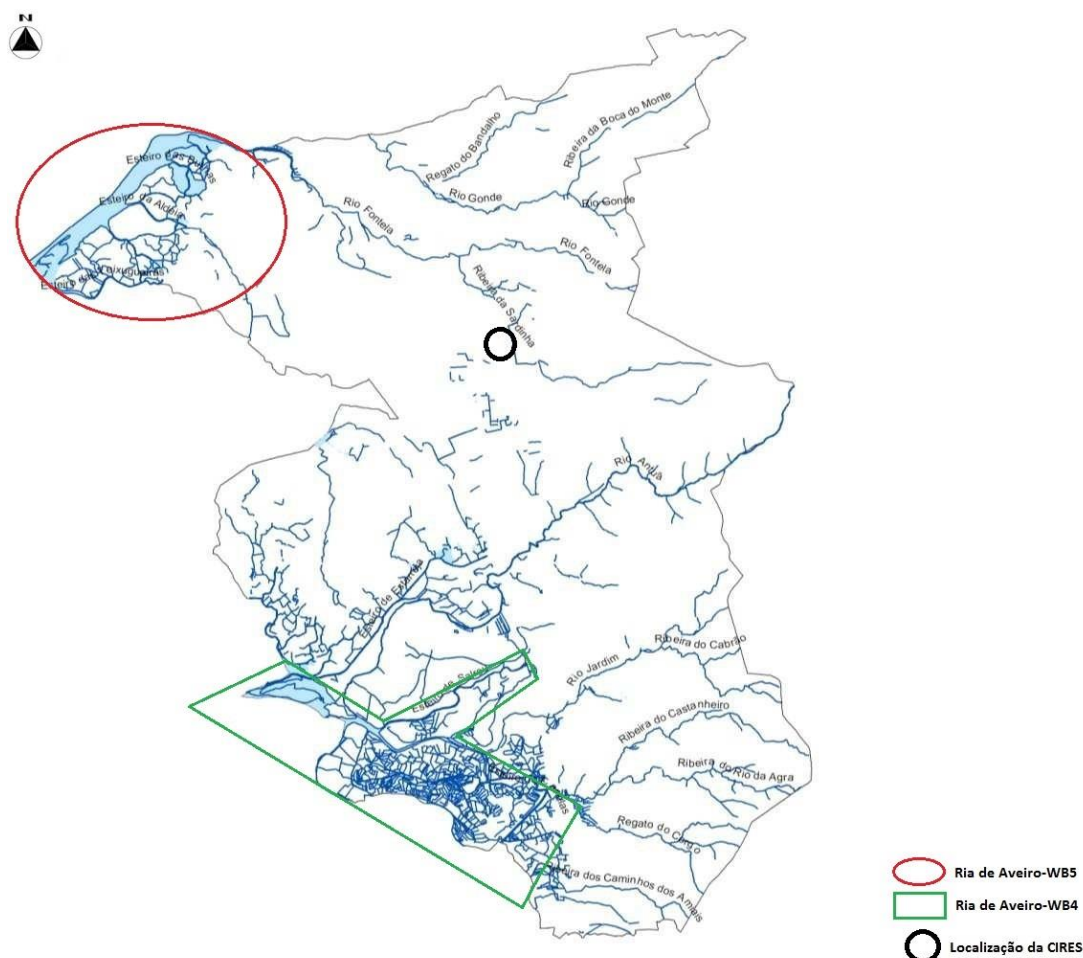




**Figura 23**— Enquadramento do Concelho de Estarreja na Bacia Hidrográfica do Vouga.

### 5.2.1.1. ÁGUAS SUPERFICIAIS

Relativamente às águas superficiais, e como se pode verificar através da figura 24, a área concelhia apresenta uma rede hidrográfica pouco densa, também pelas características geológicas (areias) e morfológicas (zona bastante plana) da zona, exceção feita à freguesia de Fermelã e Pardilhó devido essencialmente à sua proximidade aos esteiros da Ria de Aveiro com uma quantidade avultada de braços da ria, ribeiras, regatos e valas, e com um modelo de drenagem dendrítico, isto é, com ramificações que se assemelham aos ramos de um árvore.



**Figura 24** – Rede hidrográfica presente no Concelho de Estarreja.

As principais linhas de água são os rios Antuã, Gonde, Jardim e Fontela, principais responsáveis pela irrigação dos campos agrícolas. O mais importante é o Rio Antuã com um caudal médio de 1,5 m<sup>3</sup>/s a 2 m<sup>3</sup>/s (mínimo 0,3 m<sup>3</sup>/s e máximo 50 m<sup>3</sup>/s)(Caracterização Física-CME, 2012), com nascente no concelho de Santa Maria da Feira e a desaguar na Bacia do Laranjo (Estarreja), desenvolve-se na área concelhia na direcção este-oeste, praticamente na zona central separando o concelho em duas metades, norte e sul. O Rio Gonde atravessa o concelho na zona norte, na freguesia de Avanca, na direcção SE-NW e desagua no Esteiro da Ribeira Nova. O Rio Fontela apresenta o mesmo comportamento, só que este desagua na Ribeira do Mourão. Quanto ao Rio Jardim, este desenvolve-se na zona sul do concelho, e tal como o Rio Antuã na direcção este-oeste, desaguando no Esteiro de Canelas. Os rios mencionados são também as principais linhas de água doce do concelho, sendo que as linhas de água salgada ou salobra incluem os esteiros e os braços da Ria de Aveiro.

Junto à instalação da fábrica da CIRES existe uma linha de água designada por ribeira da Sardinha, mas esta está dependente da ocorrência de precipitação, considerando-se por isso temporária, tal como um conjunto de valas, vala de S. Filipe, vala da Breja e vala do Canedo, outrora receptoras dos efluentes líquidos provenientes do CQE. Estes efluentes continham essencialmente anilina, benzeno, monoclorobenzeno, mononitrobenzeno, arsénio, mercúrio, zinco, e chumbo entre outros (Costa e Jesus-Rydin, 2001).

Na tabela 2 do anexo II são apresentadas as massas de água consideradas, com o respectivo nome e código, a tipologia e a classificação dos estados ecológico e químico, bem como os elementos que originaram essa classificação.

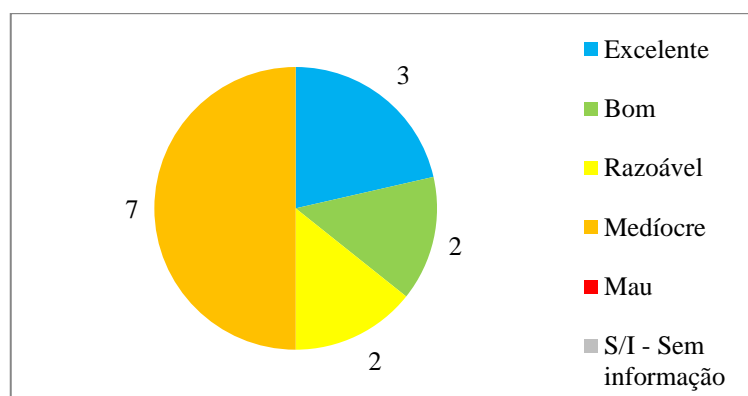
Seguidamente é apresentada a classificação do estado ecológico para as massas de água superficiais para as duas categorias, rios e águas de transição, que ocorrem na área de estudo. Como já foi dito anteriormente, a classificação do estado ecológico tem por base os elementos biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos. Na tabela 12 é apresentado o número de massas de água por tipo e por classe de qualidade biológica e a respectiva classificação. Da observação da referida tabela podemos verificar que, das 14 massas de água referenciadas e para a classe de qualidade biológica, 2 rios foram classificados como “Bom”, 2 como “Razoável” e apenas um como “Medíocre”. Para as águas de transição, 3 delas receberam a classificação de “Excelente” e 6 de “Medíocre”. De acordo com a Directiva Quadro da Água (DQA), apenas 2 rios e 3 águas de transição cumprem os objectivos ambientais estabelecidos por esta, isto é, de pelo menos conseguir alcançar o “Bom” estado das massas de água de superfície (alínea a) do nº 1 do art 4º da DQA). As massas de água em incumprimento são o rio Antuã, sendo os elementos invertebrados bentónicos e fitobentos os responsáveis pela classificação de “Medíocre”, o rio Jardim e o esteiro de Canelas que foram classificados como “Razoável”, uma vez que estes se localizam em zonas predominantemente agrícolas, com elevada alteração das margens, o que permite a entrada de sedimentos finos provenientes desses campos agrícolas nessas massas de água, alterando o substrato, que se afigura essencial à fixação das comunidades bióticas (Coelho et al., 2012). A classificação atribuída às águas de transição, com o código PT04VOU0514, é concedida pelo parâmetro fitoplâncton.



**Tabela 12** – Número de massas de água superficial, por classe de qualidade biológica.

Estado da Massa de Água	Rios	Águas de Transição
<b>Excelente</b>	0	3
<b>Bom</b>	2	0
<b>Razoável</b>	2	0
<b>Medíocre</b>	1	6
<b>Mau</b>	0	0
<b>S/I - Sem informação</b>	0	0

De um modo geral, para todos os rios e águas de transição, e ainda para a classe de qualidade biológica, 64% das massas de água apresenta classificação inferior a “Bom” e 36% igual ou superior a “Bom”, distribuídas conforme a figura 25. Ainda de referir que nenhuma é classificada como “Mau”.

**Figura 25** – Valor percentual das massas de água superficiais, por classe de qualidade biológica.

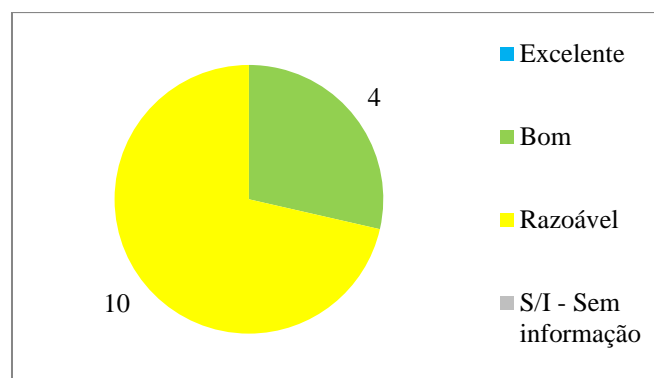
Quanto à classe de qualidade físico-química, podemos observar pela tabela 13, que 4 rios são classificados como “Bom” e um como “Razoável”. As águas de transição são todas classificadas como “Razoável”. Sendo assim, apenas 4 rios cumprem os objectivos definidos pela DQA. Das massas de água em incumprimento, foi o rio Antuã aquele que apresentou uma classificação inferior a “Bom”, tendo sido o parâmetro azoto amoniacal o responsável por essa classificação, com concentrações acima do limite. Este resultado vai no encontro de outros estudos realizados no rio Antuã que relatam valores elevados de nitrato, forma oxidada do azoto, na parte final do referido rio, uma vez que, devido à maior oxigenação na parte final do rio, parte do azoto reduzido, é oxidado a nitrato (Cerqueira et al., 2008). Estes valores elevados de azoto resultam de descargas directas de efluentes residuais domésticos, ao longo do rio, que não se encontram ligados a qualquer sistema de tratamento (Cerqueira et al., 2008). O mesmo estudo relatou caudais de efluentes líquidos das principais fontes de poluição de 500 m<sup>3</sup>/h. Outros estudos (Jordão et al.

2007; Kannel et al. 2007), relatam também um aumento da concentração de fósforo nas águas que recebem efluentes domésticos, fruto do uso de detergentes que contêm fosfatos. Resultados obtidos no período compreendido entre 2004 e 2009 revelaram valores acima do permitido para o parâmetro cobre no rio Fontela, sendo que esses valores actualmente já não se verificam (Raposo et al., 2012).

**Tabela 13** – Número de massas de água superficial, por classe de qualidade físico-química.

Estado da Massa de Água	Rios	Águas de Transição
<b>Excelente</b>	0	0
<b>Bom</b>	4	0
<b>Razoável</b>	1	9
<b>S/I - Sem informação</b>	0	0

Considerando o conjunto de todas as massas de água, verificamos que bastante mais de metade se encontra em situação “Razoável”, 71%, sendo as restantes, 29%, são classificadas como “Bom” estado (figura 26).



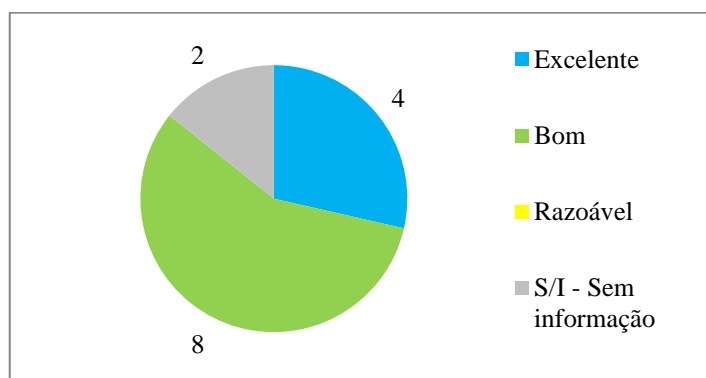
**Figura 26** – Valor percentual das massas de água superficiais, por classe de qualidade físico-química.

Relativamente ao elemento de qualidade hidromorfológico, verifica-se pela análise da tabela 14 que, um rio é classificado como “Excelente”, 2 como “Bom” e 2 classificados como “Sem Informação”, isto é, não foi possível proceder à sua avaliação por falta de informação. As águas de transição apresentam um estado de acordo com o estabelecido pelos objectivos ambientais proposto pela DQA, uma vez que 3 delas são classificadas como “Excelente” e 6 como “Bom”. Isto não significa que as águas de transição não sofram qualquer tipo de pressão ou ameaça, como é o caso dos sucessivos assoreamentos, que dificultam o acesso à alimentação, principalmente à avifauna.

**Tabela 14** – Número de massas de água superficiais, por classe de qualidade hidromorfológica

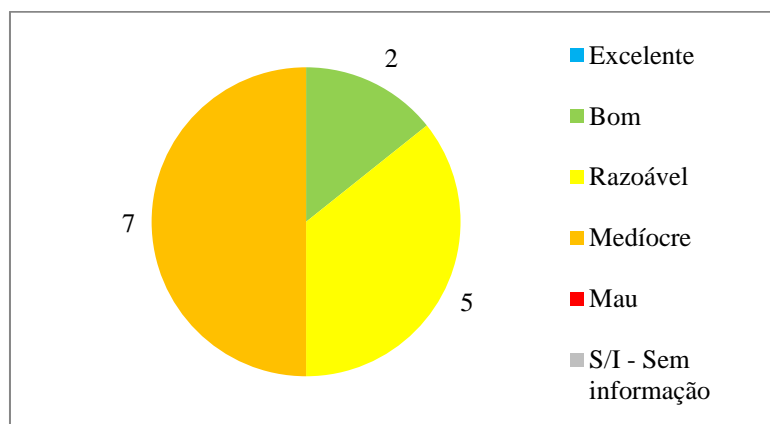
Estado da Massa de Água	Rios	Águas de Transição
<b>Excelente</b>	1	3
<b>Bom</b>	2	6
<b>Razoável</b>	0	0
<b>S/I - Sem informação</b>	2	0

Dos elementos de qualidade que caracterizam o estado ecológico, o elemento hidromorfológico é aquele que apresenta melhores resultados. Como podemos observar pela figura 27, 86% das massas de água estão de acordo com o estabelecido na DQA, isto é, apresentam classificações de “Bom” ou superior, 29% como “Excelente” e 57% como “Bom”, sendo que para as restantes, 14%, não existem informações suficientes para as classificar.

**Figura 27** – Valor percentual das massas de água superficiais, por classe de qualidade hidromorfológica.

Sintetizando a informação dos elementos biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos, obtemos a classificação do estado ecológico para todas as massas de água consideradas. Verifica-se que na globalidade as massas de água apresentam um estado ecológico inferior a bom, 86% que corresponde a 12 massas de água, sendo que 50% se encontram classificadas como “Medíocre”, um rio e 6 águas de transição, e 36% como “Razoável”, 2 rios e 3 águas de transição. As restantes, 14%, são classificadas como “Bom” correspondendo a 2 rios (figura 28). O que significa que apenas estas duas massas de água se encontram em cumprimento com os objectivos ambientais propostos pela DQA. O rio Antuã é aquele que apresenta pior qualidade ecológica, “Medíocre”, sendo os dois elementos biológicos os responsáveis por essa classificação. O rio Jardim e o esteiro de Canelas, classificados como “razoável”, estão também em incumprimento para com a DQA, e também neste caso é o elemento biológico que reflecte essa classificação. A qualidade do estado ecológico parece apresentar-se mais degradada junto às áreas mais industrializadas e com maior

densidade populacional, reflectindo deste modo a influência da pressão antropogénica que é exercida nas massas de água (Raposo et al., 2012).



**Figura 28** – Avaliação global das massas de água superficiais, por classe de qualidade ecológica.

Relativamente ao estado químico, este é determinado com base na avaliação feita às substâncias prioritárias e a outros poluentes. Pela análise da tabela 15, podemos verificar o “Bom” estado de todas as massas de água rios, 5 no total, para o parâmetro “substâncias prioritárias”. Quanto às águas de transição não foi possível obter uma classificação para as substâncias prioritárias por falta de informação. O mesmo acontece para todos os rios e águas de transição, no caso do parâmetro “outros poluentes”, não tendo sido possível avaliar individualmente as referidas massas de água.

**Tabela 15** – Número de massas de água superficiais, por classes de qualidade “substâncias prioritárias” e “outros poluentes”.

Estado da Massa de Água	Substâncias Prioritárias		Outros Poluentes	
	Rios	Águas de Transição	Rios	Águas de Transição
<b>Bom</b>	5	0	0	0
<b>Insuficiente</b>	0	0	0	0
<b>S/I - Sem informação</b>	0	9	5	9

Assim sendo, proceder-se-á à avaliação do estado químico global, baseada nos dados disponibilizados pelo PGBH dos rios Vouga, Mondego e Lis. A análise da tabela 16 permite evidenciar o “Bom” estado químico para todos os rios. No caso das águas de transição, 6 delas apresentam “Bom” estado químico, pertencentes à Ria de Aveiro-WB5 com o código PT04VOU0514, localizada a Noroeste do concelho. No entanto, as águas de transição com o código PT04VOU0536 pertencentes à Ria de Aveiro-WB4, situadas na parte Sudoeste da área concelhia, apresentam uma avaliação de “Insuficiente” no que toca ao estado químico. Esta

classificação fica a dever-se ao incumprimento da espécie química tetracloroetileno. Esta zona do concelho, onde se localiza a Bacia do Laranjo, foi alvo de sucessivas descargas de efluentes altamente contaminados provenientes do CQE desde 1950 até 1994 (Pereira et al., 2009), resultando numa acumulação cerca de 33 toneladas de mercúrio na Ria de Aveiro (Pereira et al. 1998). Embora as essas descargas de efluentes contaminados tenham diminuído consideravelmente, realizadas agora dentro dos parâmetros normativos (50 µg Hg/l), a concentração de mercúrio ainda se se faz sentir em certas áreas, sendo ainda maior do que os níveis verificados no tempo pré-industrial (Pereira et al., 2009), principalmente na Bacia do Laranjo com valores a variar de 2,5-51,7 mg Hg/kg (Coelho et al. 2005).

**Tabela 16** – Número de massas de água superficiais, por classe de qualidade química.

Estado da Massa de Água	Rios	Águas de Transição
<b>Bom</b>	5	6
<b>Insuficiente</b>	0	3
<b>S/I - Sem informação</b>	0	0

Posto isto, é efectuada uma síntese do estado das águas de superfície, definido pelo artigo 2º da DQA como, *“a expressão global do estado em que se encontra uma determinada massa de água de superfície, definido em função do pior dos dois estados, ecológico ou químico”*. Esta classificação é efectuada de acordo com o estipulado nos objectivos ambientais propostos pela DQA, sendo que se considera em cumprimento uma massa de água com estado final igual ou superior a “Bom” e em incumprimento as massas de água classificadas com estado final igual ou inferior a “Razoável”.

Na tabela 17 é apresentada uma síntese do estado final para as massas de água consideradas, com o respectivo código e categoria. Pode-se então verificar que a classificação do estado final é a mesma verificada para o estado ecológico, uma vez que o estado químico, para a maioria das massas de água, foi avaliado como “Bom”, e por definição a avaliação final é definida como o pior dos dois estados. As águas de transição com o código PT04VOU0536, classificadas como “Insuficiente” para o estado químico, adoptam a classificação de “Razoável” para o estado final, uma vez que a classificação do estado químico como “insuficiente” compreende as classificações de “Razoável”, “Medíocre” e “Mau” do estado ecológico. Significa então, à semelhança do verificado para a avaliação do estado ecológico, que a maioria das massas de água consideradas, 86%, se encontram em incumprimento para com DQA, sendo que nessa percentagem se incluem todas as águas de transição e 3 rios, Antuã, Esteiro de Canelas e Jardim. Em cumprimento para com a DQA encontram-se apenas dois rios, Fontela e Gonde, classificados como “Bom”. Em suma, o incumprimento dos objectivos ambientais para o estado ecológico deve-se essencialmente ao

incumprimento dos parâmetros invertebrados bentónicos, fitobentos e azoto amoniacal, já no caso do incumprimento do estado químico, este fica a dever-se ao parâmetro tetracloroetileno, sendo que na maior parte das massas de água não existe informação suficiente e detalhada para as classificar.

**Tabela 17** – Classificação do estado final para as massas de água superficiais.

<b>Categoria</b>	<b>Nome-Designação</b>	<b>Código</b>	<b>Estado Final</b>
<b>Águas de Transição-Esteiros</b>	Aldeia-WB-5	PT04VOU0514	Medíocre
	Amieiro-WB-5	PT04VOU0514	Medíocre
	Areia Branca-WB-5	PT04VOU0514	Medíocre
	Bulhas-WB-5	PT04VOU0514	Medíocre
	Estarreja-WB-4	PT04VOU0536	Razoável
	Ribeira Nova-WB-5	PT04VOU0514	Medíocre
	Salreu-WB-4	PT04VOU0536	Razoável
	Teixugueiras-WB-5	PT04VOU0514	Medíocre
	Veiros-WB-4	PT04VOU0536	Razoável
<b>Rios</b>	Antuã	PT04VOU0537	Medíocre
	Canelas-WB-4	PT04VOU0540	Razoável
	Fontela	PT04VOU0510	Bom
	Gonde	PT04VOU0509	Bom
	Jardim	PT04VOU0539	Razoável

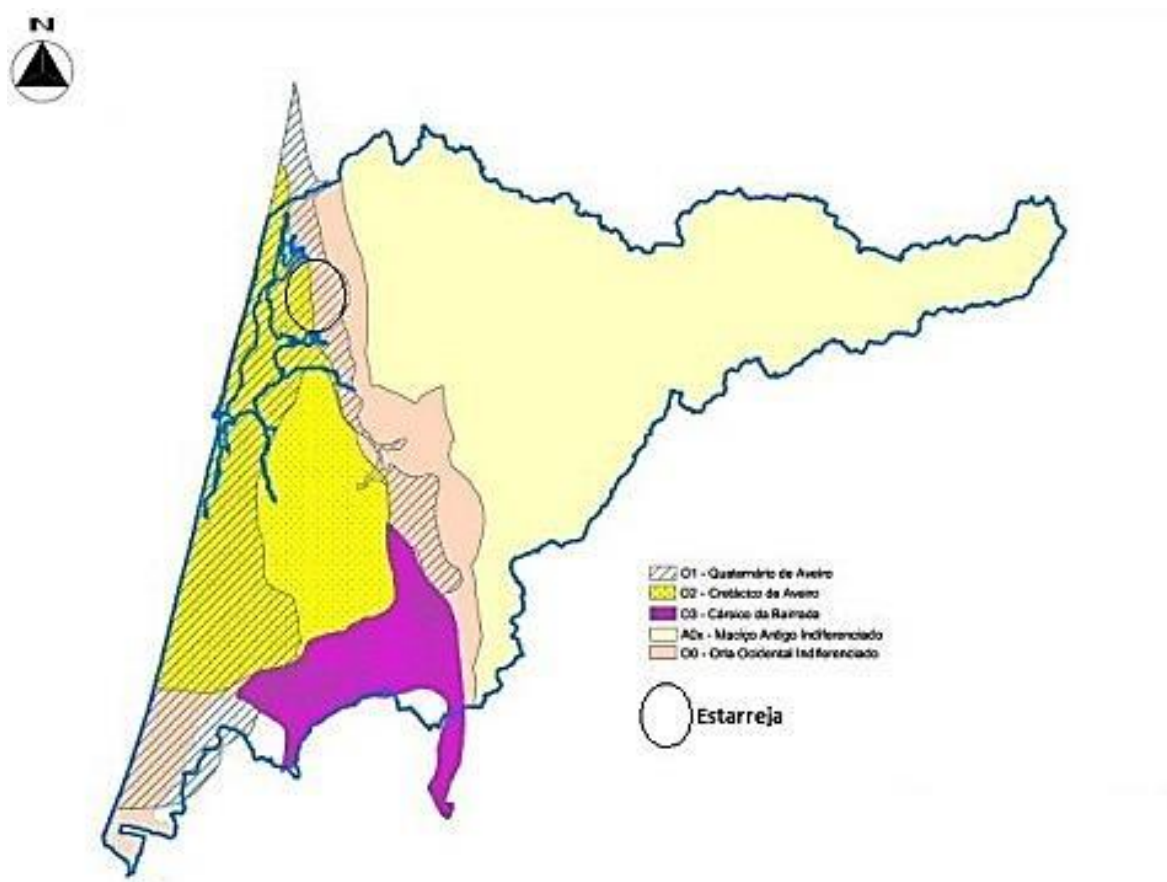
#### 5.2.1.2. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A avaliação ao estado das massas de água subterrânea foi realizada tendo em consideração ao disposto no artigo 4º da DQA. Esta avaliação, como já foi dito anteriormente, teve como base a avaliação do estado quantitativo e do estado químico, tendo em consideração o nível freático e a composição química das massas de água respectivamente. Para atingir o bom estado quantitativo de uma massa de água subterrânea o nível de água é tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não são excedidos pela taxa média anual de extracção (anexo V da DQA). A definição de um bom estado químico, segundo a DQA, tem em conta dois elementos: elementos gerais e condutividade. Os elementos gerais consideram que a composição química de uma massa de água subterrânea e a concentração de poluentes na mesma não ultrapassem as normas de qualidade aplicáveis, quanto à condutividade, as modificações nesta não podem ser tais que revelem a intrusão salina ou outras nas massas de água subterrânea.

Tal como foi dito anteriormente, a área de estudo foi alvo de contínuas actividades poluentes tendo como principal origem as descargas de efluentes não tratados e altamente contaminados do CQE e a acumulação de resíduos industriais diversos, que contribuíram para a deterioração da

qualidade química da água subterrânea. Hoje em dia essas descargas já não ocorrem, pelo menos com tanta frequência, no entanto continua a existir um passivo ambiental elevado, que obriga as entidades responsáveis a aplicar medidas de remediação do sistema aquífero. Além da importante actividade industrial, a região possui uma vasta actividade agrícola, associada à utilização de fertilizantes, com consequências ambientais graves (EIA-CIRES. 1999).

Na área concelhia de Estarreja foram identificados dois tipos de aquíferos, o Quaternário de Aveiro (PT01) e o Cretácico de Aveiro (PT02) (figura 29).



**Figura 29** – Distribuição dos tipos de aquíferos que ocorrem na região da Bacia Hidrográfica do Vouga.

Relativamente ao Quaternário de Aveiro, com uma área cerca de 93.058 ha, e analisando a tabela 18, pode-se verificar que a disponibilidade hídrica média anual excede largamente a extracção média anual, apresentando uma taxa média anual de captação de apenas 9%. Significa isto que as extracções não atingem 90% do valor de recarga natural, por isso mesmo e segundo o anexo V da DQA, o estado quantitativo desta massa de água subterrânea é classificado como “Bom”. O aquífero do Quaternário serviu como abastecimento à cidade de Estarreja até 1996, tendo sido substituído pelo Sistema Intermunicipal do Carvoeiro, com origem superficial no Rio Vouga (EIA-CIRES, 1999). Actualmente ainda serve um importante conjunto de população que utiliza furos e poços (Caderno II-CME, 2012). Quanto ao Cretácico de Aveiro, com uma área cerca de 89.363 ha, um pouco inferior à do Quaternário de Aveiro, verifica-se através da análise da tabela 18, que o volume de extracção é claramente superior ao valor de recarga natural, apresentando uma taxa média anual de captação de 155%, bem acima dos 90% estipulado pela DQA para a definição do “Bom” estado quantitativo, sendo assim classificado como “Medíocre”. Este aquífero apresenta uma profundidade de 300 metros, tendo servido para abastecer o CQE até 1982 (EIA-CIRES, 1999). Embora a área total do Cretácico de Aveiro seja semelhante à área do Quaternário de Aveiro, a área de recarga do primeiro é bastante mais reduzida e o seu confinamento (2/3 da sua extensão) limita a recarga de recursos (ARH Centro-Relatório Síntese, 2012). Outro problema associado à sobreexploração do aquífero é o facto de este se tratar de um aquífero costeiro, e como tal o actual regime de exploração poderá potenciar o risco de intrusão salina, colocando em risco o bom estado desta massa de água subterrânea, como se verá seguidamente (Ribeiro, 2012).

**Tabela 18** – Análise do estado quantitativo das massas de água subterrâneas da Bacia do Vouga.

<b>Massa de água Subterrânea</b>	<b>Disponibilidade Hídrica (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Volume de Extracção (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Taxa Média Anual Captação (%)</b>	<b>Área (ha)</b>
Quaternário de Aveiro	203	11,9	9	93058
Cretácico de Aveiro	6,9	10,7	155	89363

No que diz respeito ao estado químico, para o Quaternário de Aveiro, e segundo a tabela 19 relativa à comparação dos valores de referência, média, com os valores paramétricos de normas de qualidade definidos no Decreto-Lei n° 306/2007, que estabelece o regime da qualidade da água para consumo humano, e com valores de concentração natural. Pode-se verificar que o parâmetro químico NO<sub>3</sub> excede as normas de qualidade para a água subterrânea, sendo por isso definido o estado químico do aquífero como “Medíocre” (Ribeiro, 2012). Esta classificação deve-se também em grande parte às condições hidrogeológicas da massa de água, constituída por formações de elevada permeabilidade, reduzida espessura da zona não saturada, relevo aplanado (ARH Centro, 2011) e com recarga directa por infiltração da água da chuva na totalidade da sua área (ARH



Centro-Relatório Síntese, 2012). Segundo Lobo-Ferreira et al (1995) o aquífero Quaternário é constituído por uma unidade superficial arenosa, com carácter livre, e por outra unidade constituída por cascalheira e areias grosseiras, com carácter confinado. A zona do CQE situa-se no aquífero do Quaternário de Aveiro, particularmente vulnerável pelas razões acima descritas, sendo o passivo ambiental a principal origem da contaminação das águas subterrâneas, estando mesmo identificadas cinco zonas contaminadas com condutividade elevada, pH a variar de 4,4-10,1 e com concentrações elevadas de cloretos, sulfatos, nitratos, alumínio, sódio, ferro, zinco, arsénio, cobre e mercúrio e ainda foi detectada a presença de diversos compostos orgânicos (ARH Centro, 2011). Estudos levados a cabo por parte do LNEC e da ex-DGA mostraram que a distribuição espacial de poluentes apresenta uma tendência para a presença de teores mais elevados na zona Oeste do CQE, contíguas às margens das valas e junto aos parques de lamas, ambos usados para descargas de efluentes. Esta massa de água, Quaternário de Aveiro, é ainda abrangida pela Zona Vulnerável de Estarreja-Murtosa (ZVEM), tendo sido declarada como zona sensível relativamente ao parâmetro nutrientes para as águas subterrâneas (ARH Centro, 2011).

**Tabela 19** – Comparação entre os valores de referência (média), os valores de concentração natural e os limiares das normas de qualidade das massas de água subterrânea do Quaternário de Aveiro

Parâmetro	Concentração Natural	Valor de Referência (média)	Normas de Qualidade
CE <sup>**</sup> (µS/cm)	< 552	627	2500
pH <sup>**</sup>	5,8-8,2	6,7	6,5-9
Cl <sup>**</sup> (mg/l)	< 58,6	41,1	250
SO <sub>4</sub> <sup>**</sup> (mg/l)	< 104,0	51,7	250
NO <sub>3</sub> <sup>*</sup> (mg/l)	< 2,4	53,4	50
As <sup>*</sup> (mg/l)	< 0,001	0,001	0,01
NH <sub>4</sub> <sup>**</sup> (mg/l)	< 0,15	0,11	0,5
Cd <sup>*</sup> (mg/l)	< 0,0005	0,0003	0,005
Pb <sup>*</sup> (mg/l)	< 0,003	0,005	0,025

\*Parte II (parâmetros químicos) do Anexo I do Decreto-Lei n° 306/2007;

\*\*Parte III (parâmetros indicadores) do Anexo I do Decreto-Lei n° 306/2007, relativo à qualidade da água para consumo humano.

Quanto ao Cretácico de Aveiro e segundo a mesma metodologia usada para o aquífero anterior, verifica-se pela análise da tabela 20 que todos os parâmetros relativos às massas de água subterrâneas se encontram abaixo dos valores paramétricos das normas de qualidade definidas no Decreto-Lei supracitado. Assim sendo a massa de água subterrânea Cretácico de Aveiro é classificada como “Bom” estado químico.

**Tabela 20** - Comparação entre os valores de referência (média), os valores de concentração natural e os limites das normas de qualidade das massas de água subterrânea do Cretácico de Aveiro.

Parâmetro	Concentração Natural	Valor de Referência (média)	Normas de Qualidade
CE** ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	< 838	487	2500
pH**	6,1-8,5	7,6	6,5-9
Cl** (mg/l)	< 124,0	62	250
SO <sub>4</sub> ** (mg/l)	< 190,0	67	250
NO <sub>3</sub> * (mg/l)	< 3,6	3,6	50
As* (mg/l)	< 0,004	0,001	0,01
NH <sub>4</sub> ** (mg/l)	< 0,32	0,17	0,5
Cd* (mg/l)	< 0,0005	0,0003	0,005
Pb* (mg/l)	< 0,003	0,003	0,01

\* Parte II (parâmetros químicos) do Anexo I do Decreto-Lei nº 306/2007;

\*\* Parte III (parâmetros indicadores) do Anexo I do Decreto-Lei nº 306/2007, relativo à qualidade da água para consumo humano.

Em suma, a avaliação global das massas de água subterrâneas pertencentes ao concelho de Estarreja, realizada segundo o artigo 4º da DQA com base na avaliação do estado quantitativo e o estado químico, revelou que as duas massas de água subterrânea, Quaternário e Cretácico de Aveiro, se encontram em estado global “Medíocre”, conforme a tabela 21. Esta classificação é resultado por um lado da sobreexploração dos aquíferos, no caso do Cretácico de Aveiro, e por outro das pressões resultantes das descargas de efluentes urbanos e industriais, do uso de fertilizantes na agricultura e de instalações que não cumprem os requisitos legais de descarga, contribuindo para a deterioração ecológica e química dos recursos naturais (ARH Centro, 2012).

**Tabela 21** – Avaliação global das massas de água subterrâneas.

Massa de água Subterrânea	Código	Estado Quantitativo	Estado Químico	Estado Global
Quaternário de Aveiro	PTO1	Bom	Medíocre	Medíocre
Cretácico de Aveiro	PTO2	Medíocre	Bom	Medíocre

A Directiva RA compreende ainda os serviços prestados pelo recurso natural água, considerando relevantes os serviços associados às zonas designadas de “zonas protegidas”, conforme a alínea j)) do artigo 4º do Decreto-Lei nº 58/2005 (Lei da Água), com especial destaque para as zonas de abastecimento público, balneares e piscícolas. A tabela 22 resume os serviços prestados tanto pelas águas superficiais como pelas águas subterrâneas.

**Tabela 22** – Serviços prestados pelas massas de água (superficial e subterrânea) presentes no Concelho de Estarreja.

	<b>Massa de Água</b>	<b>Abastecimento Público</b>	<b>Águas Balneares</b>	<b>Águas Piscícolas</b>
<b>Superficial</b>	<b>Rio Antuã</b>	Não	Não	Não
	<b>Esteiro Canelas</b>	Não	Não	Não
	<b>Rio Fontela</b>	Não	Não	Não
	<b>Rio Gonde</b>	Não	Não	Não
	<b>Rio Jardim</b>	Não	Não	Não
	<b>Ria de Aveiro-WB4</b>	Não	Não	Não
	<b>Ria de Aveiro-WB5</b>	Não	Sim	Não
<b>Subterrânea</b>	<b>Quaternário de Aveiro</b>	Sim (10 Captações)	Sim	Não
	<b>Cretácico de Aveiro</b>	Sim (15 Captações)	Sim	Não

### 5.3. SOLO

Quanto ao descritor ambiental solo, o diploma RA faz referência aos danos ambientais e ameaças iminentes desses danos, definidos pelo diploma RA no item jjj) da alínea e) do nº 1 do artigo 4º como qualquer contaminação do solo por introdução directa ou indirecta, no solo ou à sua superfície de substâncias, preparações, organismos ou microrganismos, que resultem numa situação de risco significativo para a saúde humana, sendo excluídos todos os outros casos de contaminação do recurso solo em que tal não ocorra.

O Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de Setembro, que estabelece as bases da política de ordenamento do território e de urbanismo, define o regime geral de uso do solo decretado no âmbito municipal pelos planos municipais de ordenamento territorial (Planos Directores Municipais-PDM, Planos de Urbanização-PU e Planos de Pormenor-PP). Os PDM's estabelecem o modelo de estrutura territorial do município, que assenta na classificação do solo e desenvolve-se através da qualificação do mesmo (artigo 48º do Decreto-Lei n.º380/99). Os PU's definem a organização espacial do território municipal, integrada no perímetro urbano, que exija intervenção (artigo 87º do Decreto-Lei n.º380/99), e os PP's desenvolvem e concretizam propostas de organização espacial, de qualquer área do território municipal, definindo com detalhe a concepção da forma de ocupação (artigo 90º do Decreto-Lei n.º380/99,).

O regime geral do uso do solo é definido através da classificação e qualificação do solo. A classificação do solo determina o destino básico dos terrenos, fazendo a distinção entre solo rural e solo urbano. O solo rural é definido pelo Decreto-Lei nº 380/99, como o solo para o qual é

reconhecida vocação para actividades agrícolas, pecuárias, florestais ou minerais. Esta classificação do solo como rural tem em vista a protecção do solo como recurso natural escasso e não renovável (n.º1 do art 5º Decreto Regulamentar n.º11/2009). O solo urbano é definido, pelo mesmo decreto-lei, como o solo para o qual é identificada vocação para o processo de urbanização e de edificação, compreendendo os terrenos urbanizados ou cuja urbanização seja possível de programar, apontando para a sustentabilidade, a valorização e o total aproveitamento das áreas urbanas (n.º1 do art 6º Decreto Regulamentar n.º11/2009). A qualificação do solo regula o aproveitamento do mesmo em função da utilização dominante e regras de ocupação, fixando os respectivos usos e edificabilidade, integrando nas várias categorias e subcategorias do solo rural e solo urbano. Assim sendo, o solo rural é qualificado, com base no seu aproveitamento sustentável, nas seguintes categorias: Espaços agrícolas destinados à produção e conservação, espaços florestais afectos à produção e conservação, espaços naturais (matos e pastagens) e espaços de infra-estruturas que não lhe confirmem estatuto de solo urbano. A qualificação do solo urbano determina a definição do perímetro urbano, conferindo a possibilidade de urbanização ou edificação, sendo qualificado como solos urbanizados, solos cuja urbanização seja possível de programar (urbanizáveis) e solos afectos à estrutura ecológica (espaços verdes).

O Regime RA contempla ainda, no que se refere aos solos classificados como agrícolas, a classificação das terras segundo a sua aptidão para o uso agrícola e a classificação dos solos segundo a sua capacidade de uso, previstas no Decreto-Lei nº 73/2009 que estabelece o regime jurídico da Reserva Agrícola Nacional (RAN). A realização da classificação das terras é da competência da Direcção Geral da Agricultura e do Desenvolvimento Rural (DGADR) com base na metodologia recomendada pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), enquanto a classificação dos solos segue a metodologia definida pelo ex-Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (ex-CNROA).

Assim sendo, as terras classificam-se em 5 classes: Classe A1, para as terras com elevada aptidão para uso agrícola genérico; Classe A2, para as terras com moderada aptidão para uso agrícola genérico; Classe A3, para as terras com aptidão marginal para uso agrícola genérico; Classe A4, para as terras com aptidão agrícola condicionada para uso específico; Classe A0, para as terras consideradas inaptas para uso agrícola.

Quanto à classificação do solo, este é classificado segundo 5 classes de acordo com as suas potencialidades e limitações: Classe A, para os solos com capacidade de uso muito elevada, com poucas ou nenhuma limitações, sem riscos ou ligeiros riscos de erosão e com susceptibilidade de utilização intensiva; Classe B, são solos com capacidade de uso elevada, poucas limitações, riscos de erosão moderados e susceptível de utilização agrícola moderadamente intensiva; Classe C, com capacidade de uso moderada, limitações acentuadas, riscos de erosão elevados e susceptível de

utilização agrícola pouco intensiva; Classe D, para os solos com capacidade de uso baixa, limitações severas, riscos de erosão elevados, não susceptível de utilização agrícola e algumas limitações para pastagem, exploração de matas e exploração florestal; Classe E, são solos com capacidade de uso muito baixa, limitações muito severas, riscos de erosão muito elevados, não susceptível de uso agrícola e limitações severas a muito severas para pastagens, exploração de matas e exploração florestal, destinando-se a vegetação natural ou floresta de protecção ou recuperação.

É importante referir que segundo a Carta de Capacidade de Uso do Solo do SROA para o Atlas do Ambiente, a classificação acima descrita é referente aos solos localizados a Sul do Rio Tejo, sendo que os solos localizados a Norte do Rio Tejo são classificados apenas em 3 classes: Classe A, de utilização agrícola; Classe C, utilização agrícola condicionada; Classe F, de utilização não agrícola (florestal); E ainda complexos das classes anteriores (A+C, A+F e C+F). O Decreto-Lei nº 73/2009 faz ainda referência para o caso de nas áreas do país onde não tenha sido publicada informação sobre a classificação das terras, se adopte a classificação segundo a capacidade de uso do solo. No presente caso de estudo, por falta de informação relativamente à classificação das terras no concelho de Estarreja, optou-se pela classificação dos solos segundo a sua capacidade de uso.

### **5.3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO INICIAL**

A caracterização do estado inicial do solo baseou-se na recolha de informação histórica disponível para a área de estudo, tendo sido orientada no sentido de caracterizar as unidades pedológicas ocorrentes na área concelhia, compreender a dimensão das condicionantes da Reserva Agrícola Nacional (RAN) e da Reserva Ecológica Nacional (REN) e avaliar a aptidão dos solos de forma qualitativa e quantitativa.

#### **5.3.1.1. UNIDADES PEDOLÓGICAS**

Assim sendo, e de acordo com a Carta de Solos do Atlas do Ambiente, a unidade industrial da CIRES fica localizada numa zona de Regossolos dístricos. Da análise da figura 30 pode-se constatar a existência de mais unidades pedológicas distribuídas da seguinte maneira: a Este da área concelhia encontra-se uma unidade de Cambissolos húmicos associados a xistos, a Nordeste ocorrem Cambissolos húmicos associados a Luvisolos com forte influência atlântica, a Oeste e Noroeste Regossolos dístricos, a Sudoeste Solonchaks gleizados e a Sul encontra-se uma parte da unidade de Fluvisolos éutricos. Os Regossolos dístricos, são solos ácidos (dístricos), caracterizam-

se por materiais pouco consolidados, excluindo-se os materiais com textura grosseira ou com propriedades fluviais e por apresentarem alta permeabilidade. São formados a partir de sedimentos detríticos não consolidados, coluviões de bases de encostas e fundos de vales, de depósitos de vertente em encostas declivosas ou materiais resultantes da alteração de rocha dura. Os Cambissolos são solos pouco desenvolvidos, pedogénese pouco avançada e com ausência ou quase ausência da estrutura da rocha, formados a partir de diversos materiais rochosos. Estes solos apresentam um reduzido potencial de produção agrícola e reduzido grau de erodibilidade com permeabilidade baixa a moderada. Os Fluvissois êutricos são solos pouco ácidos (êutricos) que derivam de depósitos aluvionares recentes, localizados em superfícies de deposição de sedimentos e com alta permeabilidade. Os Solonchaks gleizados são solos formados pelo processo de salinização, com acumulação de sais solúveis de sódio, cálcio, magnésio, potássio e principalmente de cloretos e sulfatos e saturados com água. Estes solos apresentam ainda baixa permeabilidade (ARH Centro, 2012).



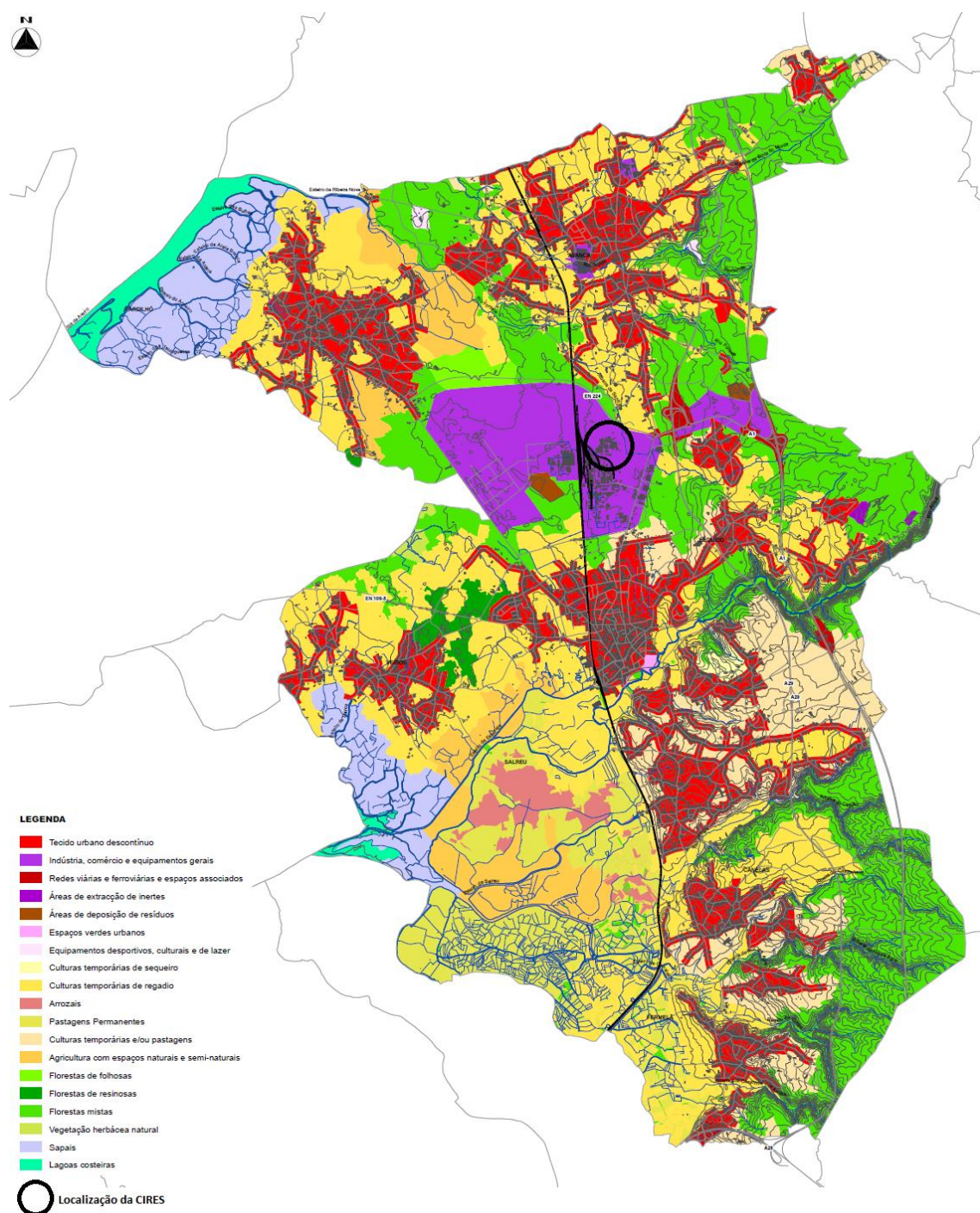
**Figura 30** – Mapa das Unidades Pedológicas presentes no Concelho de Estarreja.

### 5.3.1.2. USO DO SOLO

Em relação ao uso do solo, e considerando as classes de uso do solo do CORINE Land Cover 2006 (CLC 2006), o concelho de Estarreja apresenta um modelo de organização do território constante no PDM representado na figura 31. Pode-se observar que a instalação da unidade industrial da CIRES se localiza a norte de uma zona denominada de “indústria, comércio e equipamentos gerais”, que corresponde ao CQE, assinalada com uma mancha violeta no cento da área concelhia. Na quase totalidade do perímetro circundante do CQE, o solo é caracterizado pela

ocorrência de áreas florestais. Assinalado com manchas de cor vermelha, é apresentado o tecido urbano, que juntamente com a área de actividade industrial perfaz a totalidade do solo classificado como urbano, representando uma área cerca de 2.740 ha, que equivale a 25,3% do território concelhio (figura 32). É perceptível, pela figura 31, que a ocupação urbana é mais acentuada na zona Este da ferrovia da linha do norte, que divide o concelho longitudinalmente em Este e Oeste. No que respeita à classificação do solo rural, pode-se observar pela figura 31 que este tipo de solo ocupa a grande percentagem do território de Estarreja. O solo rural é representado tanto por manchas de tonalidade verde, do mais claro ao mais escuro, que representam as áreas florestais (produção e protecção), como por manchas de tonalidade amarela, que representam as áreas agrícolas (produção e protecção). Pode-se também verificar, de um modo geral que, a disposição dos solos florestais tem maior expressão na zona Este do concelho, enquanto os solos agrícolas se localizam maioritariamente na zona Oeste.



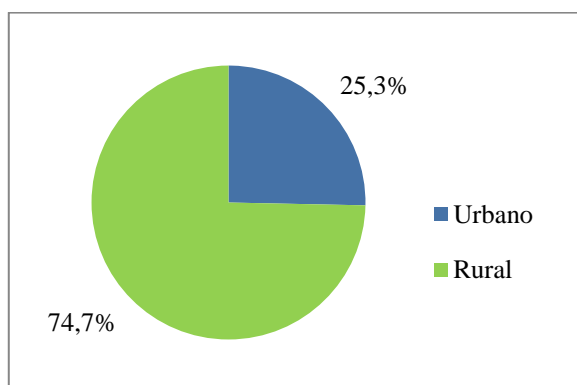


**Figura 31** – Ocupação do uso do solo segundo o CORINE Land Cover (CLC 2006).

Também os espaços naturais (matos e pastagens) estão representados na figura 31, denominados de sapais, lagoas costeiras e vegetação herbácea natural. O solo rural apresenta uma área cerca de 8.077 ha, que corresponde a quase 75% do território estarrejense (figura 32). Relacionando os dados do tipo de unidades pedológicas existentes na região com o uso do solo que lhe é dado, verificamos que a maior parte do território usado para fins agrícolas se encontra



sobreposto com unidades pedológicas com maior índice de permeabilidade, no caso dos regossolos e fluvisolos. O mesmo se passa no caso da instalação da unidade industrial da CIRES, situada em solos do tipo regossolo. Quer isto dizer que, essas áreas são mais susceptíveis à poluição provocada tanto por infiltração de nitratos e pesticidas de origem agrícola como por metais pesados e compostos orgânicos resultantes das descargas de efluentes não tratados provenientes do CQE.



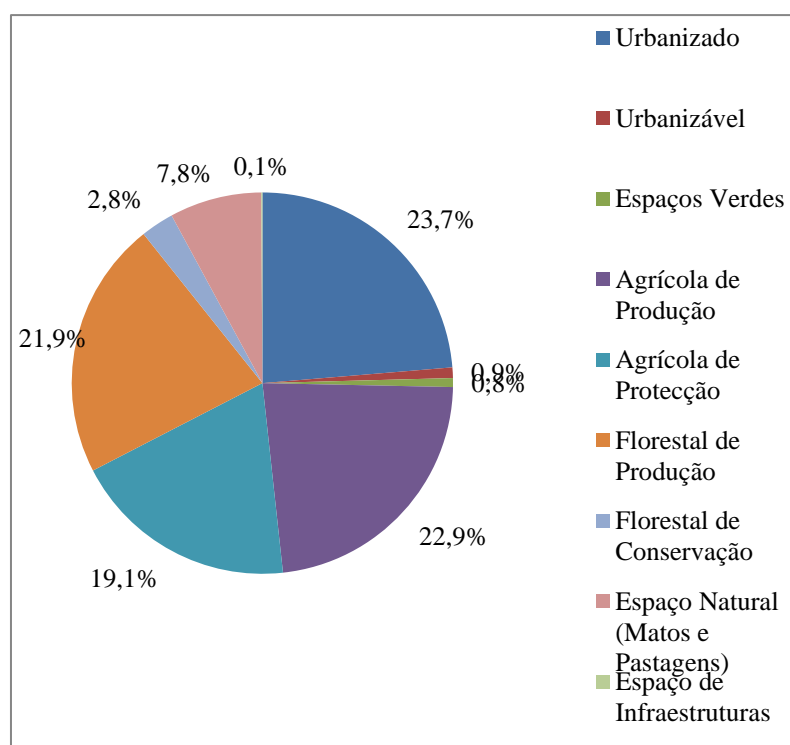
**Figura 32** – Classificação do uso do solo.

A tabela 23 e a figura 33 sintetizam a informação relativa à classificação e qualificação do solo no concelho de Estarreja. Verifica-se, pela análise da figura 33, que 4 tipos de ocupação do solo predominam relativamente aos restantes. São eles, e por ordem decrescente de representatividade, solo urbanizado com uma ocupação de 23,7% do território, seguido do solo ocupado por áreas agrícolas de produção, com uma ocupação de 22,9%, que pelas características intrínsecas ou actividades desenvolvidas pelo homem se adequam ao desenvolvimento da actividade agrícola, a floresta de produção que abrange 21,9% do território e que compreende as áreas ocupadas por povoamentos florestais que se destinam ao aproveitamento do potencial produtivo, e por fim os solos designados para áreas agrícolas de protecção, com 19,1% do território, que apesar da inerente aptidão agrícola, integram a ZPE da Ria de Aveiro.

**Tabela 23** – Quantificação das categorias de uso do solo.

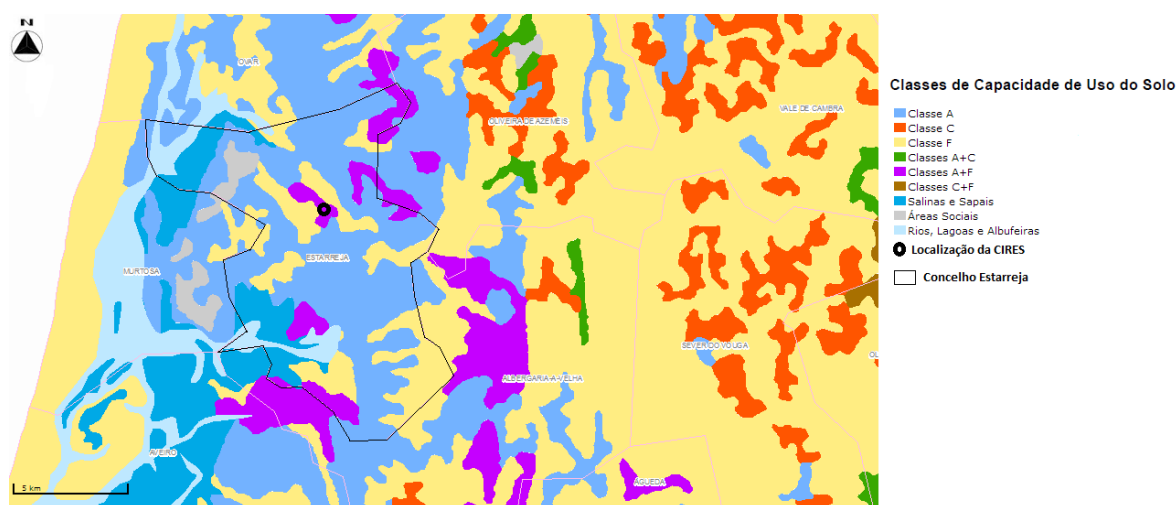
Solo	Área Total (ha)	Categoria	Área (ha)	Área Total Concelho (ha)
Urbano	2740,02	Urbanizado	2561,78	10817,33
		Urbanizável	96,88	
		Espaços Verdes	81,37	
		Agrícola de Produção	2482,25	
		Agrícola de Protecção	2071,02	
Rural	8077,31	Florestal de Produção	2365,28	
		Florestal de Conservação	304,12	
		Espaço Natural (Matos e Pastagens)	844,38	
		Espaço de Infraestruturas	10,26	

Por outro lado, as áreas cuja representatividade não chega a atingir 1% do território são, os espaços destinados às infra-estruturas reservadas à actividade industrial ligada ao aproveitamento dos produtos agrícolas, pecuários e florestais, os espaços verdes de equilíbrio ecológico e actividades ao ar livre, e as áreas possíveis de urbanizar destinadas à expansão da área urbana.

**Figura 33** – Distribuição percentual das categorias de uso do solo.

Relativamente à caracterização dos solos, no que respeita à capacidade de uso do solo, recorreu-se à informação constante no “Atlas do Ambiente”, disponibilizada pela APA. Conforme se constata na figura 34, e de uma forma geral, o concelho de Estarreja caracteriza-se por ter uma

classe de capacidade de uso elevada, (classe A) para as regiões acima do rio Tejo, pelo que os solos apresentam boas características para a prática da actividade agrícola. No entanto, tanto na zona Sudeste do concelho como no centro ocorrem manchas de solos classificados como não agrícolas, (classe F), apresentando boas características para actividades florestais. A unidade industrial da CIRES encontra-se sobre um complexo, (classe A+F), que por sua vez se encontra envolvido por solos predominantemente florestais. Ainda de referir que junto à Ria de Aveiro, Noroeste e Sudoeste da área concelhia, se podem encontrar solos classificados como salinas, sapais, rios, lagoas e albufeiras



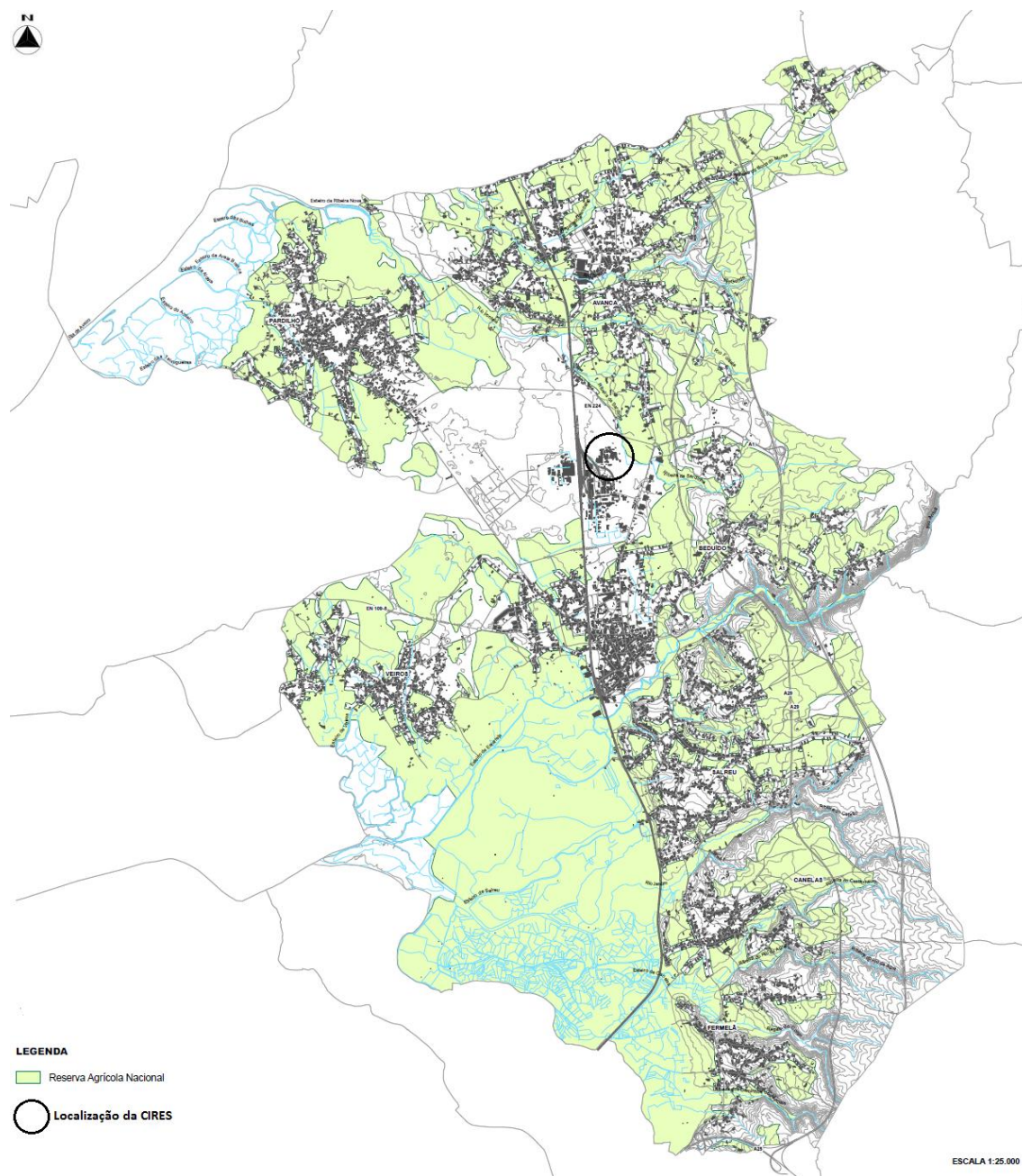
**Figura 34** – Classificação da capacidade de uso do solo.

### 5.3.1.3. RAN E REN

As terras consideradas com maior aptidão agrícola constituem elementos fundamentais de equilíbrio ecológico, tanto na drenagem de bacias hidrográficas como no suporte à produção vegetal, principalmente destinada à alimentação. A ocupação e utilização irracional deste tipo de solos originam problemas de segurança, salubridade e manutenção. Problemas esses, de difícil solução e com custos associados elevados (Castelo Branco e Coito, 2011). Tornou-se assim necessário a criação de um regime jurídico de forma a proteger o recurso solo, contribuir para o desenvolvimento sustentável da actividade agrícola e a preservação dos recursos naturais (art 4º do Decreto-Lei n.º73/2009). A Reserva Agrícola Nacional (RAN) surgiu no seguimento da necessidade da criação desse regime jurídico, previsto no Decreto-Lei nº 73/2009 de 31 de Março, sendo definido no artigo 2º, como um *conjunto de áreas que em termos agro-climáticos, geomorfológicos e pedológicos apresentam maior aptidão para a actividade agrícola*. A delimitação da RAN é efectuada com base na classificação da aptidão das terras, elaborada, como foi dito anteriormente pela DGADR. No caso de não ser possível obter a classificação da aptidão das terras, a delimitação

da RAN é realizada com base na classificação da capacidade de uso dos solos. Na tentativa do uso sustentado e gestão do espaço rural, as áreas da RAN são afectas à actividade agrícola e são áreas *non aedificandi*, isto é, são interditas todas as acções que diminuam as potencialidades da actividade agrícola. Relativamente aos solos pertencentes à zona em estudo, pode-se verificar pela figura 35 que, grande parte do território concelhio é abrangida pela RAN. Excepção feita aos solos onde se localiza o CQE e onde está edificada a unidade industrial da CIRES, reservado a indústrias, comércio e equipamentos gerais, segundo o uso do solo atribuído pelo CLC 2006, aos solos onde se localiza parte da ZPE da Ria de Aveiro, a Noroeste e Sudoeste do concelho, na zona Sudeste onde se encontra uma mancha florestal e no interior dos espaços urbanizados.

No que respeita aos solos, que pelo seu valor e sensibilidade ecológica ou pela exposição e susceptibilidade perante riscos naturais (n.º1 do art 2º do Decreto-Lei n.º166/2008), são objecto de protecção especial, foi criado um regime jurídico, previsto no Decreto-Lei nº 166/2008 de 22 de Agosto, que estabelece um conjunto de condicionantes à ocupação, uso e transformação do solo e que identifica os usos e as acções compatíveis. A Reserva Ecológica Nacional (REN), foi então criada, com vista à protecção dos recursos naturais, especialmente água e solo, no sentido de salvaguardar a boa gestão do território e favorecer a conservação da natureza e da biodiversidade. A REN integra assim as áreas de protecção do litoral, as áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico e as áreas de prevenção de riscos naturais. A delimitação destas áreas compreende dois níveis: estratégico e operativo. O nível estratégico é executado através de orientações estratégicas de âmbito nacional e regional, elaboradas pela Comissão Nacional da REN (CNREN) e pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR), respectivamente. O nível operativo é realizado através da delimitação das áreas integradas na REN, em cartas de âmbito municipal (Castelo Branco e Coito, 2011). Na área de estudo considerada (figura 36), pode-se observar a existência de leitos de cursos de água, faixas de protecção à Ria de Aveiro, zonas ameaçadas pelas cheias, áreas com risco de erosão e áreas de infiltração máxima. As faixas de protecção à Ria de Aveiro localizam-se, principalmente, junto aos principais esteiros presentes no concelho, esteiro da Ribeira Nova a Noroeste, esteiro de Estarreja a Oeste e os esteiros de Salreu e Canelas a Sudoeste.

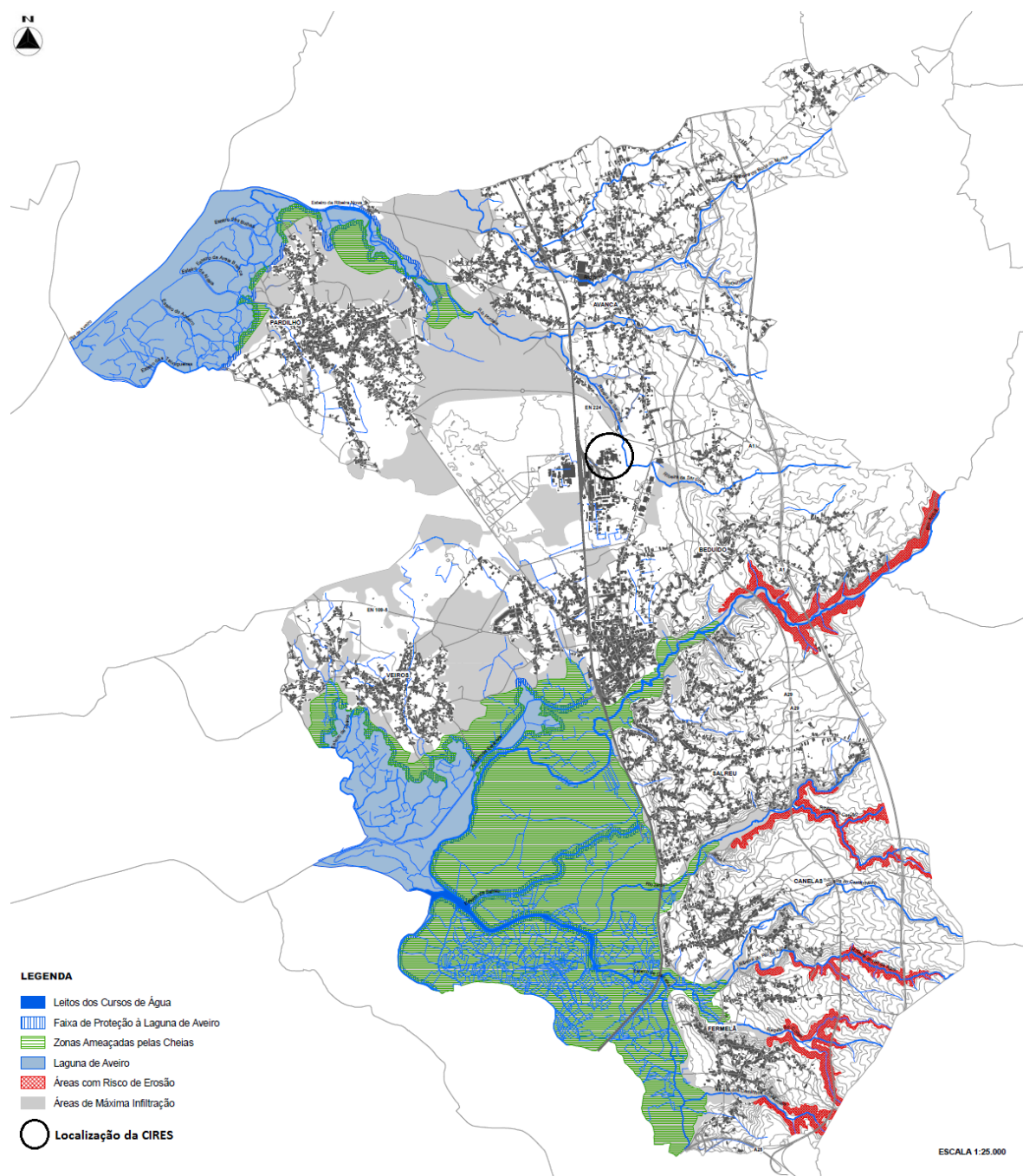


**Figura 35** – Distribuição das áreas RAN no Concelho de Estarreja.

As zonas ameaçadas pelas cheias localizam-se nas zonas mais planas do território e onde ocorrem solos do tipo Solonchaks, que como foi dito anteriormente, apresentam baixa permeabilidade. As áreas com maior risco de erosão, estão concentradas na zona Este e Sudeste do território, locais onde o relevo é mais acentuado e se localizam as vertentes de rios, como o Antuã e o Jardim. Relativamente às áreas de máxima infiltração, estas localizam-se, principalmente, na zona poente do concelho e a Norte do rio Antuã, onde ocorrem solos do tipo regossolo, que como foi dito anteriormente, são solos com alta permeabilidade e portanto mais fácil infiltração de água



ou de contaminantes. Relativamente à instalação industrial da CIRES, esta localiza-se a Sul-Sudeste de uma grande mancha de máxima infiltração.



**Figura 36** – Distribuição das áreas REN no Concelho de Estarreja.

### 5.3.2. PASSIVO DE CONTAMINAÇÃO DE SOLOS

O CQE, localizado a norte da cidade de Estarreja, data de 1950, sendo um dos mais importantes complexos industriais do país. Composto por uma série de indústrias químicas, no qual se encontra a CIRES, foi a principal fonte de contaminação do solo por metais pesados durante cerca de 50 anos, tornando a região numa das mais poluídas de Portugal (Costa e Jesus-Rydin, 2001). Os resíduos sólidos, produzidos por essas indústrias, foram depositados directamente no solo, enquanto os efluentes líquidos eram libertados nas linhas de água adjacentes ao complexo (Costa e Jesus-Rydin, 2001). Até 1975, as emissões líquidas de efluentes contaminados eram feitas directamente em valas, mais propriamente na Vala de S. Filipe, Vala da Breja e Vala do Canedo, que percorriam alguns quilómetros, passando por campos agrícolas, até chegarem aos principais esteiros, desaguando depois na Ria de Aveiro. Mais tarde, após 1975, foi construído um *pipeline* para a descarga de efluentes industriais, tendo sido conectado ao Esteiro de Estarreja (Costa e Jesus-Rydin, 2001). Apesar da construção do *pipeline*, actualmente, as valas onde foram lançados os efluentes industriais continuam presentes, sendo que os campos em redor dessas valas são usados para fins agrícolas e para a pastorícia (Reis et al., 2009). Inácio et al. (1998) relatou que os níveis de mercúrio nos sedimentos junto à saída de esgoto onde eram libertados os efluentes líquidos indústrias, atingiam um máximo de 180 mg/kg, decrescendo com a distância à fonte, com um gradiente de 100 mg/kg por quilómetro. No mesmo estudo, a concentração de mercúrio na camada superficial dos solos estudados (< 5 cm), variou de 0,117 a 49 mg/kg, afirmando ainda que este elemento se encontra fortemente retido pelos componentes do solo (Inácio et al., 1998). O solo apresenta várias propriedades, tanto físicas, das quais se destacam o tamanho e a forma das partículas, a textura, a mineralogia, a permeabilidade, a estrutura e a humidade, como físico-químicas, como o pH, a capacidade de troca catiónica (CTC), a percentagem de matéria orgânica e o potencial redox (Elis e Mellor, 1995; Gerrard, 2000). O valor de pH nos solos apresenta valores entre 4 e 8,5, sendo que nas regiões húmidas tendem a ser mais baixos, entre 4 e 7, enquanto nas regiões áridas são ligeiramente superiores, entre 7 e 9 (Rodrigues, 2005). O pH é uma propriedade relevante na dinâmica dos solos, uma vez que, valores de pH baixos favorecem a mobilidade dos metais em solução (Rodrigues, 2005). A CTC caracteriza-se pela capacidade do solo reter ou trocar cationes com a solução do solo e pode ser usada como indicador do estado do solo e do seu potencial para retenção ou lixiviação de contaminantes (Rodrigues, 2005). A matéria orgânica, com elevada capacidade adsorptiva, pode apresentar um importante contributo para a CTC (Alloway, 1995). Tipicamente, a composição da matéria orgânica do solo apresenta a seguinte composição: 44-53% de C, 3,6-5,4% de H, 1,8-3,6% de N e 40-47% de O (Alloway, 1995). A presença de argila no solo e a sua quantidade, influenciam a sua textura e definem as propriedades físico-químicas do solo, uma vez que, são uma fonte de material carregado negativamente, contribuindo para a retenção de

catiões na fracção sólida do solo (Alloway, 1995; Rodrigues, 2005). Ainda de referir que potencial redox, conjuntamente com o pH, contribuem para a capacidade de adsorção de aniões e catiões (Rodrigues, 2005). Os solos na região em estudo são maioritariamente permeáveis e ácidos com reduzido teor de matéria orgânica, representando por isso um potencial risco na transferência de contaminantes do solo para os aquíferos e para as plantas (Inácio et al., 1998). No mesmo estudo foi relatado que, em todas as amostras recolhidas, o mercúrio concentra-se preferencialmente na fracção fina do solo ( $< 0,063$  mm), chegando mesmo a ser cerca de 20 vezes superior ao teor presente na fracção mais grosseira ( $< 2$  mm). A distribuição em profundidade dos contaminantes é outro aspecto importante a ter em conta, principalmente na translocação de contaminantes do solo para a cadeia alimentar, tendo sido demonstrado que os teores máximos de contaminantes, no caso do mercúrio, se encontram à superfície do solo ( $< 5$  cm), decrescendo consideravelmente com a profundidade (Inácio et al., 1998).

Como é sabido, os metais pesados são contaminantes com especial interesse para o ambiente, na medida em que estes são perigosos tanto para o homem como para o resto do biota (Marques et al., 2009). Dependendo do seu estado físico-químico e das características do solo, a contaminação por metais, pode causar poluição no solo e nas águas subterrâneas, deterioração da estrutura do solo, destruição dos habitats e diminuição da biodiversidade (Shen e Chen, 2000). Os contaminantes mais comuns podem ser divididos em dois grupos, contaminantes orgânicos e contaminantes inorgânicos. Como contaminantes orgânicos pode-se dar o exemplo de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, bifenilos policlorados ou pesticidas (Cruz, 2011). No caso dos contaminantes inorgânicos, apresenta-se a título de exemplo, alguns compostos, que pela sua frequente inclusão em estudos de contaminação de solos merecem alguma atenção. Esses compostos são: o Arsénio (As), o Cádmio (Cd), o Crómio (Cr), o Cobre (Cu), o Mercúrio (Hg), o Níquel (Ni), o Chumbo (Pb) e o Zinco (Zn). Seguidamente será realizada uma breve descrição desses elementos no que diz respeito à sua concentração média em solos não contaminados e ao seu comportamento nos solos.

Normalmente, a concentração média de As em solos não contaminados é de 5 mg/kg, variando na crosta terrestre entre 0,5 e 2,5 mg/kg (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007). O processo de adsorção pela matriz sólida do solo pode ser influenciado pelo pH, tal como pelo potencial redox, sendo a mobilidade afectada pelo conteúdo de óxidos de Fe e Al. O estudo realizado por Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007, aponta para uma relação linear entre a quantidade de As disponível nos solos e a quantidade existente nas plantas.

O Cd apresenta uma concentração média nos solos de 0,5 mg/kg, variando na crosta terrestre entre 0,1 e 0,2 mg/kg (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007). O processo de adsorção pela matriz sólida do solo pode ser influenciado pela CTC e pelo pH. Valores de pH baixos desfavorecem a



adsorção deste elemento na matriz sólida, o que conduz a um aumento da sua concentração em solução, permitindo deste modo que seja absorvido mais facilmente pelas raízes das plantas (Cruz, 2011). O aumento dos níveis de Cd nas plantas, pode provocar efeitos adversos não só nas plantas mas também ao longo da cadeia alimentar através de processos de bioacumulação (Alloway, 1995; Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007).

O Cr é um elemento essencial para os humanos, em teores relativamente baixos, embora seja bastante tóxico para a maioria das plantas. Este elemento varia na crosta terrestre entre 126 e 185 mg/kg, embora apresente uma concentração média, a nível mundial de 54 mg/kg (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007). A adsorção deste elemento, depende essencialmente do teor de argilas e do teor de matéria orgânica. As principais fontes de poluição dos solos por este elemento são a utilização de fertilizantes fosfatados, indústria de curtumes e a lixiviação de aterros (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007).

O Cu é um elemento que se encontra distribuído pela maioria dos ecossistemas, apresentando uma concentração média no solo de 20 mg/kg, variando na crosta terrestre entre 25 e 27 mg/kg (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007). A deposição nos solos por parte deste elemento deve-se essencialmente à utilização de fertilizantes e pesticidas, resíduos agrícolas e urbanos e actividades industriais. A disponibilidade deste elemento é influenciada pelo pH, o teor de matéria orgânica e o teor de argilas. O aumento de pH diminui a disponibilidade deste, aumentando a adsorção na matriz sólida. Também a sua mobilidade está dependente da forte adsorção em argilas e matéria orgânica (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007).

A abundância de Hg na crosta terrestre é bastante reduzida, entre 0,02 e 0,06 mg/kg, sendo que o seu teor natural raramente ultrapassa 1 mg/kg (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007). O comportamento deste elemento é fortemente dependente das suas espécies tal como do pH e do teor de matéria orgânica. As plantas diferem na capacidade de incorporar Hg e desenvolveram tolerância às elevadas concentrações deste elemento em locais contaminados (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007). As plantas absorvem facilmente Hg em solução, mas no entanto não existem evidências de que o aumento da disponibilidade deste nos solos leve a um aumento do seu teor nas plantas, devido, em parte, à sua acumulação nas raízes (Kabata-Pendias e Pendias, 2001). Outro estudo (Carvalho, 2009) revelou a mesma tendência, tendo sido demonstrado que as plantas em estudo absorvem limitadas quantidades de Hg, quando comparado com o teor disponível nos solos. Tal facto indica que as plantas tendem a evitar a absorção de Hg, mesmo expostas a elevados níveis deste contaminante. O mesmo estudo relatou que, a estratégia adoptada pelas plantas passa pela imobilização do metal na fracção insolúvel, isto é, nas paredes celulares, impedindo deste modo a sua incorporação no interior das células, o que leva ao aumento da toxicidade. O aumento do teor de Hg nas plantas, em locais contaminados, deve-se principalmente à incorporação por parte do

solo, mas o contributo da deposição atmosférica é significativo (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007). Também Inácio et al. (1998) chegou à conclusão que a deposição atmosférica é uma das principais fontes de contaminação dos solos na área de estudo. A bioquímica do mercúrio tem recebido especial atenção devido à sua elevada toxicidade, à sua acumulação no biota e bioacumulação na cadeia alimentar dos humanos (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007).

O Ni é um elemento essencial quer no metabolismo das plantas quer no dos humanos. Apresenta uma concentração média na crosta terrestre de 20 mg/kg, variando entre 19 e 22 mg/kg. A mobilidade deste elemento é dependente do pH, do teor de argilas e do teor de matéria orgânica. Um aumento do pH leva ao aumento da adsorção e por conseguinte diminuição da mobilidade deste elemento (Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007).

O Pb é um dos contaminantes mais estudados e mais preocupantes, uma vez que apresenta uma permanência nos solos durante vários anos. A concentração média deste elemento é de 15 mg/kg, sendo que a variação a nível mundial é de 15 a 28 mg/kg. Relativamente ao seu comportamento nos solos, a retenção de Pb é influenciada pela CTC, o teor de matéria orgânica e o teor de argilas. Também o pH influencia o comportamento deste elemento, o aumento de pH provoca a diminuição da mobilidade. No mesmo sentido, o aumento do teor de argilas e de matéria orgânica aumenta a fixação deste no solo, o mesmo que dizer que diminui a sua mobilidade. A disponibilidade de Pb para as plantas é reduzida, uma vez que o solo tem a capacidade de reter este elemento na matéria orgânica. De entre os vários elementos incluídos em estudos de solos contaminados, o Pb é considerado um dos menos móveis (Kabata-Pendias e Pendias, 2001; Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007).

O Zn é um elemento que se encontra bem distribuído pelo ambiente, sendo considerado um elemento essencial para plantas, animais e humanos. A sua concentração na crosta terrestre varia entre 52 e 80 mg/kg, apresentando uma concentração média no solo a nível global de 63 mg/kg. O seu comportamento nos solos está dependente do pH, do teor de matéria orgânica e do teor de argilas. A sua adsorção por parte da matriz sólida diminui com a diminuição do pH, aumentando por isso a sua mobilidade e a sua concentração na fase solúvel. O Zn interage ainda com a matéria orgânica formando complexos ou quelatos, aumentando assim a sua solubilidade e mobilidade, o que leva à facilidade de absorção por parte das plantas (Kabata-Pendias e Pendias, 2001; Kabata-Pendias e Mukherjee, 2007).

A tabela 24, estabelece as normas fixadas para estes contaminantes, indicando as concentrações máximas admitidas, consoante o seu uso (Agrícola, Residencial e Industrial) e para diferentes texturas do solo, definidas em “*Soil, Ground Water and Sediments Standards, 2009*”, (Critérios Genéricos de Ontário). Os valores entre parênteses significam que são relativos a solos com textura fina e média, enquanto os valores que não se encontram entre parênteses referem-se a

solos com textura grosseira. As concentrações de contaminantes onde não existe parênteses aplicam-se a ambos os casos, textura grosseira e textura média e fina.

**Tabela 24** – Critérios definidos em “Soil, Ground Water and Sediments Standards, 2009”, para águas subterrâneas potáveis não diferenciadas em profundidade.

Contaminante	Concentração (mg/kg)		
	Uso do Solo		
	Agricultura	Residencial	Industrial
Arsénio (As)	11	18	18
Cádmio (Cd)	1	1,2	1,9
Crómio (Cr)	160	160	160
Cobre (Cu)	140 (180)	140 (180)	230 (300)
Mercúrio (Hg)	0,25 (1,8)	0,27 (1,8)	3,9 (20)
Níquel (Ni)	100 (130)	100 (130)	270 (340)
Chumbo (Pb)	45	120	120
Zinco (Zn)	340	340	340

De forma a averiguar a contaminação existente na área de estudo, fruto de um historial de poluição de mais de 50 anos, foi elaborada uma compilação de alguns dos estudos efectuados na região (tabela 25), relativamente à concentração de metais pesados presente nos solos, sendo posteriormente comparada com os valores normativos presentes nos Critérios Genéricos de Ontário.

**Tabela 25** – Concentração (mg/kg) de metais pesados presentes nos solos na envolvente do CQE, verificadas noutros estudos.

Poluente	"Range"	Média <sup>a</sup> /Mediana <sup>b</sup>	Local	Referência
Arsénio (As)	31-7555	236 <sup>b</sup>	Vala de S. Filipe	Cruz, 2011
Cádmio (Cd)	0,2-0,3	0,7 <sup>b</sup>		
Crómio (Cr)	12-39	19 <sup>b</sup>		
Cobre (Cu)	23-764	76 <sup>b</sup>		
Níquel (Ni)	10-58	18 <sup>b</sup>		
Chumbo (Pb)	47-1486	176 <sup>b</sup>		
Zinco (Zn)	125-1559	232 <sup>b</sup>		
Arsénio (As)	-	3078 ± 117 <sup>a</sup>	Esteiro de Estarreja	Marques et al., 2009
Níquel (Ni)	-	135 ± 10 <sup>a</sup>		
Chumbo (Pb)	-	1400 ± 9 <sup>a</sup>		
Hg	3,9-100,3	-	Esteiro de Estarreja	Carvalho, 2009
Hg	0,117-49,2	-	Envolvente do CQE	Inácio et al., 1998
As	-	> 1000	Aterro de Inertes	Costa e Jesus-Rydin, 2001
Hg	-	30	Efluentes de lamas	
As	-	> 10000	Esteiro de Estarreja	
Hg	-	> 1000		
Hg	49-343	-	Esteiro de Estarreja	Pereira et al., 1998
	0,3-27	-	Bacia do Laranjo	
Hg	0,01-90,8	5,4 <sup>a</sup> /0,41 <sup>b</sup>	Vala de S.Filipe	Reis et al., 2009
Hg	0,01-98	-	Campos Agrícolas afectos ao CQE	Rodrigues et al., 2012

Relativamente ao elemento As, verifica-se que em todos os estudos apresentados este elemento apresenta valores acima do estabelecido pelos Critérios Genéricos de Ontário (CGO) e para qualquer uso do solo. No estudo (Cruz, 2011), a variação dos teores de As, 31 a 7555 mg/kg, evidencia que nem o teor mínimo se encontra dentro dos parâmetros exigidos pelo CGO para este elemento. No estudo (Marques et al., 2009), foram determinados teores médios máximos de 3078 ± 117 mg/kg junto à saída da conduta de efluentes contaminados oriundos do CQE, diminuindo com a distância à fonte para valores médios de 1126 ± 27 mg/kg, mesmo assim superiores ao permitido. No estudo (Costa e Jesus-Rydin, 2001), foram encontrados valores no aterro de inertes superiores a 1000 mg/kg, aumentando com a profundidade, chegando mesmo a alcançar o nível freático. No Esteiro de Estarreja também foram detectados valores anómalos para o elemento As, com bastantes amostras acima dos 10000 mg/kg, sendo que mais de 60% se encontram acima dos 50 mg/kg.

Os elementos Cd e Cr, no único estudo analisado, encontram-se em conformidade para com o CGO, revelando teores inferiores ao permitido. Já o Cu, com uma variação dos teores de 23 a 764

mg/kg, apresenta valores máximos superiores ao permitido, mas analisando o valor mediano, este é bastante inferior ao permitido, quer isto dizer que pelo menos metade das amostras recolhidas foram inferiores às normas do CGO.

Quanto ao elemento Ni, e no que toca ao estudo (Cruz, 2011), verifica-se que este se encontra em conformidade com o disposto no CGO. No entanto, no estudo (Marques et al., 2009) verificam-se níveis médios máximos de  $135 \pm 10$  mg/kg, superiores ao permitido para solos agrícolas, uso atribuído ao solos do local de amostragem, junto à saída de uma conduta de efluentes contaminados.

Para o elemento Pb, aqui analisado em dois estudos, verifica-se a inconformidade relativamente ao imposto pelos CGO. No estudo (Cruz, 2011), os teores variam de 47 a 1486 mg/kg, bastante acima do permitido, mesmo o valor mínimo determinado é superior ao permitido. No caso do estudo (Marques et al., 2009), foram determinados valores médios máximos de  $1400 \pm 9$  mg/kg, cerca de 30 vezes superior ao permitido, junto à saída de efluentes contaminados, diminuindo com a distância a esta mas mesmo assim superior ao permitido.

Quanto ao elemento Zn, presente apenas num estudo analisado, verifica-se que o valor mediano (232 mg/kg) se encontra abaixo do estipulado pelo CGO, mais uma vez significa que pelo menos metade das amostras estão em conformidade com o normativo. Mesmo assim foram determinados valores bastante acima do limite imposto, evidenciados pela variação dos resultados, 125 a 1559 mg/kg.

Por último, o elemento Hg, um dos metais pesados com maior número de análises, e aqui presente em 6 estudos, e em todos eles foram detectados valores acima do permitido. No caso (Carvalho, 2009), foram detectados teores a variar de 3,9 a 100,3 mg/kg nos rizosedimentos de algumas plantas presentes nas margens do canal do Esteiro de Estarreja. Plantas presentes na parte inferior das margens, mais sujeitas à diferença das marés, apresentam teores mais elevados, enquanto as plantas localizadas na parte superior, onde a influência das marés não é sentida com a mesma intensidade, apresentam valores inferiores de Hg. A influência das marés tem um papel importante no que toca ao potencial redox dos sedimentos, controlando a mobilidade dos elementos. Nos estudos (Inácio et al., 1998; Reis et al., 2009; Rodrigues et al., 2012), os valores de concentração determinados foram bastante similares, com variações de 0,117 a 49,2 mg/kg, 0,01 a 90,8 mg/kg e 0,01 a 98 mg/kg, respectivamente. Os teores mínimos são inferiores ao estabelecido pelo CGO, embora as concentrações máximas detectadas sejam bastante superiores. No estudo (Reis et al., 2009), com uma variação de 0,01 a 90,8 mg/kg (média de 5,4 mg/kg e mediana de 0,41 mg/kg) demonstra, além da significativa variabilidade espacial que ocorre no local de estudo, que apenas uma pequena parte das amostras recolhidas se encontram excessivamente contaminadas. O mesmo estudo demonstra ainda que as zonas mais contaminadas se encontram junto às margens da

Vala de S. Filipe, com uma variação dos teores de mercúrio de 4,6 a 91 mg/kg enquanto as concentrações inferiores a 1mg/kg podem ser detectadas a apenas 25 metros do canal. (Inácio et al., 1998) sugeriu que a contaminação se encontra restrita a uma área de 8 km<sup>2</sup>, centrada no CQE, que regista o máximo de contaminação, diminuindo acentuadamente com a distância e na direcção Noroeste-Sudeste, coincidindo com a direcção dominante dos ventos na região, o que sugere mais uma vez o papel importante da deposição atmosférica na distribuição de contaminantes. Os teores de Hg presentes na envolvente do CQE são similares com outros observados em solos localizados junto a outras unidades industriais: 4,3-1150 mg/kg na Holanda (Bernaus et al. 2006); 0,70-9,4 mg/kg e média de 4,7 mg/kg nos EUA (Southworth et al. 2004); 0,22-5,72 mg/kg e média de 2,7 mg/kg no Lago Balkyldak, Cazaquistão (Ullrich et al. 2007) e  $47 \pm 6$  mg/kg no Sul de Itália (Santoro et al. 2010). Um Estudo de Impacto Ambiental promovido pela CIRES em 2000, revela que na área do CQE encontram-se depositados, e sem qualquer tipo de controlo, 150.000 toneladas de resíduos de pirites, cinzas e lamas resultantes do tratamento de efluentes gasosos, com concentrações de As superiores a 1000 mg/kg, 60.000 toneladas de lamas de mercúrio, tendo sido detectadas concentrações de 30 mg/kg de Hg, 300.000 toneladas de lamas de hidróxido cálcio (CaOH<sub>2</sub>) consideradas inertes e ainda 300.000 toneladas de resíduos industriais (EIA-CIRES, 1999). No mesmo relatório é relatado que elementos tóxicos como o As, Hg e Zn, juntamente com a deposição atmosférica de SO<sub>2</sub>, podem contribuir de forma significativa para a acidificação dos solos e consequente aumento da mobilidade dos contaminantes neles depositados.

### 5.4. IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E PREVENÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTE

Neste subcapítulo será exposto o processo de análise e avaliação dos riscos de acidentes graves na Unidade Industrial da CIRES, através de um conjunto de metodologias descritas seguidamente. Nesta exposição serão identificados os perigos decorrentes da actividade normal da instalação, que possam ocasionar um acidente grave que resulte num dano para o ambiente ou numa ameaça iminente de dano ambiental. Para tal é necessário:

- Identificar as fontes de risco internas e externas que, *a priori*, possam conduzir a acidentes graves.
- Análise da perigosidade das substâncias utilizadas, com a finalidade de identificar os riscos associados à sua manipulação, através de uma inventariação das mesmas.
- Análise histórica de acidentes em instalações semelhantes à da CIRES.
- Análise HAZOP para obter informação suficiente para identificar os perigos que a instalação apresenta.

Serão ainda estabelecidas as condições para a estimativa das consequências de um acidente, através da selecção e análise de acidentes graves, sendo estes avaliados em termos de probabilidade de ocorrência e das possibilidades de evolução. São assim desenvolvidos os seguintes pontos:

- Selecção dos acontecimentos iniciadores de acidentes.
- Estimativa da frequência de ocorrência dos cenários de acidente, a partir da frequência dos eventos.
- Aplicação da metodologia de árvore de acontecimentos, de modo a determinar a evolução de uma determinada substância, após a sua fuga (*ball-fire*, jacto de fogo, charco incendiado, dispersão), para definir os diferentes cenários de acidentes.
- Descrição dos cenários seleccionados e respectivas consequências para o ambiente.
- Avaliação da ocorrência do efeito dominó no interior e exterior da instalação.

Por fim serão avaliadas as medidas de prevenção, controlo e mitigação sobre o risco, partindo de uma matriz de avaliação do risco, sendo definidos critérios de aceitabilidade para os acidentes identificados, e se necessário, medidas para reduzir ou controlar o risco. Será também discutida a eficácia das medidas de prevenção e mitigação, mais propriamente o seu contributo na redução da frequência de ocorrência de cenários de acidentes.

#### **5.4.1. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS**

##### **5.4.1.1. FONTES DE RISCO INTERNAS**

Neste ponto serão analisadas as actividades e equipamentos existentes no interior das instalações que, durante o funcionamento normal, podem apresentar riscos de acidentes graves. Normalmente, estes acidentes resultam da perda de contenção de materiais, pelo que a sua perigosidade é dependente do tipo de substância utilizada. Assim é necessário analisar as seguintes fontes de risco internas:

- Linhas de transporte.
- Equipamentos de impulsão.
- Linhas de produção.
- Armazenamento de VCM.
- Serviços gerais.

### Linhas de Transporte

Nas instalações da CIRES, a utilização de substâncias perigosas é usual, para tal são utilizadas redes de tubagens para o transporte dessas substâncias entre os equipamentos onde irão ser utilizadas e as instalações onde se encontram armazenadas. Como tal, a perda de contenção de substâncias perigosas pode surgir como consequência de um dos seguintes efeitos (Relatório de Segurança-CIRES, 2012):

- Rotura violenta, por colisão e movimento de equipamento e materiais, queda de objectos pesados de alturas significativas contra as tubagens da instalação.
- Rotura por colisão de veículos que se deslocam no interior da instalação.
- Corrosão interna ou externa, relacionada com as características químicas das substâncias transportadas e do material da tubagem, e com as condições atmosféricas do local, respectivamente.
- Falha por fadiga do material, especialmente em condutas que trabalhem com cargas elevadas e em condições críticas de pressão e temperatura.
- Deterioração de juntas e falanges, que unem condutas ou equipamentos.

Outro ponto crítico no transporte por condutas, encontra-se relacionado com as válvulas, que podem ser danificadas pelo denominado “golpe de ariete” que ocorre no transporte de líquidos, resultado da variação de pressão aquando da interrupção brusca do escoamento. Historicamente, as condutas que apresentam maior diâmetro, logo maior quantidade de produto, são mais resistentes e por isso menor é a probabilidade de rotura destas, relativamente às condutas de menor diâmetro (Relatório de Segurança-CIRES, 2012).

### Equipamentos de Impulsão

São considerados como equipamentos de impulsão, bombas e compressores, que pelo efeito que têm sobre o resto das instalações, são considerados elementos críticos, pois além de serem fontes de perda de contenção, podem provocar variações de pressão e fluxo que leva a vibrações indesejadas e poderá provocar a rotura de condutas (Relatório de Segurança-CIRES, 2012).

### Linha de Produção

O principal risco associado ao processo de produção é devido à rotura das linhas e equipamentos, com consequente fuga de material e formação de nuvem tóxica para a atmosfera (Relatório de Segurança-CIRES, 2012). A rotura das linhas e equipamentos deve-se essencialmente à sobrepressão das mesmas e ao envio indevido de substâncias para tanques de armazenamento que podem gerar incompatibilidades entre substâncias que pode originar roturas nos equipamentos.



Existe ainda a possibilidade de explosão/incêndio, no caso de fuga de VCM utilizado no processo de produção em contacto com o oxigénio presente no ar.

### Armazenamento de VCM

O armazenamento de VCM no interior da instalação sediada no CQE é efectuado em 4 reservatórios horizontais com capacidade total para 600 ton (cerca de 320 m<sup>3</sup>), sendo a sua manipulação realizada no estado líquido e à temperatura ambiente (Relatório de Segurança-CIRES, 2012). Dada a quantidade de VCM armazenada, estes reservatórios são dos equipamentos que mais riscos apresentam, embora historicamente, o número de roturas catastróficas seja bastante baixo. As principais causas nas possíveis falhas nos reservatórios são as seguintes (Relatório de Segurança-CIRES, 2012):

- Corrosão;
- Fadiga do material;
- Rotura por impacto a partir do exterior;
- Sobrecarga térmica;
- Assentamento do terreno
- Transbordamento de produto
- Falha no sistema de ventilação

### Serviços Gerais

Os principais serviços existentes na instalação são o fornecimento de energia eléctrica, a rede de ar comprimido e a água de refrigeração e de combate a incêndios (Plano de Emergência Interno-CIRES, 2011). Uma falha no fornecimento de energia eléctrica resulta o não funcionamento de equipamentos necessários para a normal actividade da instalação. Cenários de incêndio, normalmente, resultam da falha deste serviço. A rede de ar comprimido é necessária, por exemplo, para accionar à distância válvulas pneumáticas de isolamento, como tal, uma falha neste sistema impede o correcto isolamento de um determinado equipamento, tal como pode provocar erros de leitura dos instrumentos de medição, que pode conduzir a um eventual acidente. Os riscos decorrentes do corte da rede de fornecimento de água relacionam-se com a deficiente refrigeração de bombas e equipamentos, e consequente dificuldade para o controlo de armazenamento de VCM.

A tabela seguinte resume os principais incidentes que possam ocorrer no interior das instalações e respectivas consequências, tanto para as pessoas como para o ambiente.

**Tabela 26** – Levantamento dos perigos decorrentes da normal actividade da empresa, por secção e respectivas consequências.

Secção/Área	Incidente	Consequências
Unidade 7000	Ruptura de uma junta da tubagem ou tanque	Emissões atmosféricas VCM; Inflamação/Explosão
Decantadores emergência	Transbordo da bacia de emergência	Descarga de efluentes contaminados
PS2 preparação de químicos	Derrame na preparação/manuseamento de soluções; Derrame de tanques	Emissões atmosféricas/produção de resíduos perigosos; Descarga de efluentes contaminados
PVC-E; PS1; PS2	Incêndio na sala de controlo; Fuga de VCM para a atmosfera; Explosão do reactor	Emissões atmosféricas VCM; Inflamação/Explosão; Descarga de efluentes líquidos; Ruído ocupacional
Produção electricidade/vapor	Ruptura do tanque de fuelóleo; Incêndio na zona de armazenamento de fuelóleo; Abastecimento de fuelóleo por camião cisterna; Fuga de gás natural	Produção de resíduos perigosos; Inflamação/explosão; Derrame de efluentes contaminados; Emissões atmosféricas
Armazéns; Embalagem e Expedição; Manutenção; Reactor piloto e Laboratório; Escritórios	Incêndio em instalações fora da ZIP	Emissões atmosféricas; Inflamação/explosão; Queimaduras; Descarga de efluentes líquidos; Produção de resíduos e escórias

#### 5.4.1.2. FONTES DE RISCOS EXTERNAS

Para além das fontes de risco internas, existem outras fontes exteriores não controláveis pela CIRES possíveis de constituírem uma fonte de risco de acidentes graves. Dessas fontes fazem parte:

- Instalações adjacentes (CUF Químicos, DOW Portugal e a Ar Líquido);
- Infra-estruturas de transporte próximas;
- Riscos naturais (Sismos, Ventos e Raios);
- Intrusão ou vandalismo;

##### Instalações Adjacentes

A unidade industrial da CIRES fica situada na zona Norte do CQE, tendo como empresas vizinhas a CUF Químicos, a DOW Portugal e a Ar Líquido.

A CUF Químicos, localizada a Sul das instalações da CIRES, produz anilina, cloro e seus derivados, que apesar de não serem inflamáveis, a libertação de uma nuvem tóxica poderia pôr em causa a saúde dos trabalhadores da CIRES. De referir ainda que existe um *pipeline* de gás natural a Norte desta instalação (cerca de 5 m da CIRES) que, no caso de ocorrer uma fuga, poderia originar uma explosão seguida de incêndio, afectando muito provavelmente as instalações da CIRES.

A DOW Portugal, localizada a 500 m a Oeste das instalações da CIRES, tem armazenado como produtos mais perigosos difenilmetano disocianato (sólido) e anilina (líquido denso), que apenas no caso de ocorrer um incêndio de grandes proporções, com queima de grande quantidade destes produtos, e no caso de ocorrerem ventos favoráveis, no sentido Oeste-Este, poderia por em risco a saúde dos trabalhadores da CIRES, pois da queima destas substâncias resulta a emissão de  $\text{NO}_x$  e  $\text{SO}_x$ .

No caso da Ar Líquido, localizada a Norte da DOW Portugal e sensivelmente à mesma distância da CIRES que esta unidade industrial, produz monóxido de carbono e hidrogénio. Este gás, hidrogénio, é bastante reactivo e uma fuga deste poderia originar uma explosão seguida de incêndio, que poderia afectar negativamente as instalações da CIRES.

### Infra-estruturas de Transporte

O CQE fica localizado a Oeste da EN-109 e a Este da EM-558, sentido Sul-Norte. Contém ainda dentro do seu perímetro uma linha férrea (linha do Norte) que atravessa o concelho de Norte a Sul. No caso de uma possível fuga de VCM e com condições meteorológicas favoráveis, as viaturas que circulam nestas vias, EN-109 e EM-558, poderão constituir uma fonte de ignição.

### Riscos Naturais

De acordo com o RSAEEP, as instalações da CIRES encontram-se numa zona sísmica “C”, sendo considerado de risco moderado. Os efeitos de um possível sismo na região seria sentido, principalmente, em condutas, pela deslocação relativa das extremidades destas com consequente libertação de VCM nelas contido, e em tanques, podendo originar a ruptura parcial ou total dos mesmos com consequente derrame de material neles contido.

A presença de ventos fortes não apresenta grande ameaça às estruturas e equipamentos presentes na instalação, pelo que a possibilidade de ocorrência de um acidente grave devido a ventos fortes é bastante remota.

No caso de ocorrência de tempestades, com fortes descargas eléctricas, os reservatórios de armazenamento de VCM seriam os equipamentos mais vulneráveis. Uma colisão de um raio contra as paredes destes poderia resultar na sua rotura, no entanto, a ligação destes à terra reduz o risco de tal acontecer.

### Intrusão ou Vandalismo

As instalações da CIRES encontram-se rodeadas por uma vedação em rede para impedir a entrada de pessoal estranho na unidade industrial. Existe, permanentemente, pelo menos um operador nas instalações que faz rondas periódicas a esta e que condiciona o acesso à fábrica. Portanto, o risco de sabotagem, por parte de pessoal externo à CIRES, é substancialmente reduzido. Existe ainda a possibilidade de ocorrência de um atentado terrorista a partir do exterior da fábrica, ainda que seja uma hipótese remota. No caso de tal suceder, os tanques de armazenamento de VCM seriam os pontos mais sensíveis ao impacto de projecteis, principalmente pelo seu conteúdo.

### **5.4.1.3. ANÁLISE DA PERIGOSIDADE DAS SUBSTÂNCIAS UTILIZADAS**

Nas instalações da CIRES existem grandes quantidades de substâncias, que pelas suas características (Inflamáveis/explosivas, comburentes, tóxicas e perigosas para o ambiente), legadas pela Directiva Seveso II, são-lhe atribuídas o estatuto de perigosidade. Existe, assim, cerca de 400 ton VCM e cerca de 6.000 ton de PVC (Relatório de Segurança-CIRES, 2012). Existem ainda outras substâncias armazenadas em quantidade, que é o caso do fuelóleo (410 ton) e do gasóleo (13 ton) (Relatório de Segurança-CIRES, 2012).

As matérias subsidiárias e um conjunto de aditivos encontram-se acondicionados em embalagens de 1 m<sup>3</sup> ou bidons de 25 kg. Estas substâncias são acondicionadas num armazém próprio para o efeito, arejado e com separação de matérias incompatíveis, pelo que não seja previsível a ocorrência de um acidente grave.

De seguida é efectuada a identificação da perigosidade das substâncias presentes na instalação (matérias-primas, produtos e subprodutos), de acordo com as propriedades físico-químicas destas e de acordo com o Decreto-Lei nº 254/2007 de 12 de Julho, relativo à prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas.

### Inflamabilidade

O parâmetro que define a inflamabilidade das substâncias é o ponto de inflamação. As substâncias que se encontram a uma temperatura superior à do ponto de inflamação são consideradas inflamáveis. Portanto, quanto mais baixo for o ponto de inflamação mais facilmente a substância se inflama, e como tal, maior perigosidade apresenta. Para que se processe a ignição é também necessário que a mistura comburente-combustível atinja uma determinada gama de concentração. Essa gama de concentração é delimitada pelo Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) e pelo Limite Superior de Inflamabilidade (LSI).

O efeito nefasto causado é directamente proporcional à sua inflamabilidade, à facilidade de dispersão e à quantidade libertada. Substâncias cujo ponto de inflamação seja superior à temperatura ambiente (máximo 45 °C), representam risco reduzido, ou aceitável, desde que não sejam aquecidas à temperatura superior ao ponto de inflamação.

Em determinadas condições (grande quantidade de substância, velocidade elevada de combustão, confinamento deficiente), a mistura inflamável pode provocar uma explosão.

A substância mais susceptível de inflamar/explodir é o VCM, cujo ponto de inflamação é de -78 °C. Os acidentes previstos pela presença desta substância são incêndios de charco (pool-fire), incêndios na parte superior de tanques (tank-fire), jacto incendiado (jet-fire), chamas sem efeito de pressão e explosões.

### Toxicidade

As substâncias tóxicas que por inalação, ingestão ou absorção cutânea podem provocar danos sobre as pessoas e/ou animais, inclusive a morte. A classificação de substâncias tóxicas é efectuada pelo Decreto-Lei nº 254/2007, sendo definida a toxicidade de uma substância pela determinação dos limites de concentração característicos (CL50 e DL50).

Os factores que mais influenciam a toxicidade de uma substância, capaz de gerar um acidente grave, são os respectivos valores de toxicidade por inalação e pela sua volatilidade (pressão de vapor). Assim, quanto menor for o valor de toxicidade e mais elevada for a pressão de vapor, mais perigosa será a substância e maior o risco de acidente grave. Desta forma os efeitos nocivos causados são directamente proporcionais à toxicidade da substância, à facilidade de dispersão e à quantidade libertada. Mais uma vez, a principal substância tóxica presente nas instalações da CIRES é o VCM, cujos Limites Ocupacionais de Exposição, definidos pela norma NP 1796 de 2004 são de 1ppm (2,6 mg/m<sup>3</sup>), para uma média ponderada de um dia de trabalho de 8 horas e uma semana de 40 horas (Relatório de Segurança-CIRES, 2012). Os valores de toxicidade do VCM utilizados foram os “Acute Exposure Guideline Levels” (AEGL), obtidos pelo programa de desenvolvimento dos índices da Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos, versão actualizada em Junho de 2012. Os valores AEGL são função do tempo de exposição. A tabela seguinte resume os valores de AEGL consoante o tempo de exposição do receptor na direcção de dispersão da fuga. No caso de ocorrer um incêndio, a combustão incompleta de VCM tem como produtos principais nuvens tóxicas de ácido clorídrico.

**Tabela 27** – Valores limite de exposição ao VCM para aplicação em situações de emergência para períodos de exposição a variar entre 10 minutos e 8 horas. (Adaptada de <http://www.epa.gov/oppt/aegl/pubs/results74.htm>)

	<b>Cloreto de Vinilo Monómero ppm (final)</b>				
	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 1 <sup>1</sup>	450	310	250	140	70
AEGL 2 <sup>2</sup>	2.800	1.600	1.200	820	820
AEGL 3 <sup>3</sup>	12.000*	6.800*	4.800*	3.400	3.400

\*  $\geq 10\%$  Limite Inferior de Explosividade (LIE). É necessário ter em consideração as questões de segurança para o perigo de explosão.

<sup>1</sup> Concentração acima da qual se prevê que a população geral, incluindo indivíduos susceptíveis mas excluindo os hiper-susceptíveis, pode experimentar efeitos reversíveis para a saúde.

<sup>2</sup> Concentração acima da qual se prevê que a população geral, incluindo indivíduos susceptíveis mas excluindo os hiper-susceptíveis, pode experimentar efeitos a longo prazo sérios ou irreversíveis ou ver impedida a sua capacidade para escapar

<sup>3</sup> Concentração a/ou acima da qual se prevê que a população geral, incluindo indivíduos susceptíveis mas excluindo os hiper-susceptíveis, pode experimentar efeitos ameaçadores para a vida ou a morte.

### Perigosidade para o Ambiente

A classificação de uma substância como perigosa é realizada através do Decreto-Lei nº 254/2007 de 12 de Fevereiro, que transpõem para direito interno a Directiva 2003/105/CE, mais conhecida por SEVESO II, que foi entretanto revogada pela Directiva 2012/18/CE (SEVESO III). As substâncias perigosas para o ambiente presentes em maior quantidade nas instalações são o fuelóleo e o gasóleo. No caso de ocorrer um derrame de qualquer destas substâncias, existem diversas vias de contaminação do ambiente. São os casos da contaminação de cursos de água, podendo provocar a morte de organismos aquáticas, contaminação do solo e possível contaminação dos lençóis freáticos e águas subterrâneas, dificultando a transferência de oxigénio e contaminação do ar.

Na tabela seguinte são identificadas as substâncias perigosas presentes nas instalações, a respectiva classificação e quantidades armazenadas.

**Tabela 28** – Identificação das substâncias presentes nas instalações da CIRES, quantificação e classificação de perigosidade. (Adaptada de “Relatório de Segurança-CIRES, 2012”)

Identificação	Estado Físico	Tipo de armazenamento	Quantidade Máxima (ton)	Classificação de Perigosidade <sup>1</sup>
Cloreto de Vinilo	Gás liquefeito	Tanques pressurizados	400	R12; R45
Fuelóleo	Líquido	Tanques atmosféricos	410	R45; R50/53
Gasóleo	Líquido	Tanques atmosféricos	35	R40; R65; R66; R51/53
Gasolina	Líquido	Bidon 200 l	0,2	R12; R45; R51/53; R46; R63; R67
Peroxan C90W (CX)	Sólido	Sacos 20 kg	2,5	R2; R7
Sulfato de Cobre	Sólido	Bidon 3 kg	0,001	R50; R53
Peroxan EPC S (LB)	Líquido	Bidon 25 kg	17	R7
Peroxan PND (LD)	Líquido	Bidon 25 kg	17	R7
Peroxan OPN-70 S (LJ)	Líquido	Bidon 25 kg	17	R7
Hydropalat 680 (MA)	Líquido	Bidon 200 kg	3	R10
2-Mercaptoetanol (NG)	Líquido	Bidon 220 kg	2,5	R50/53
Metanol (TB/TS)	Líquido	Contentor IBC 1 m <sup>3</sup>	12	R11; R23/24/25
Etanol (TE)	Líquido	Bidon 200 l	10	R11
Cortrol OS5300	Líquido	Bidon 200 l	0,1	R10
Nitrato de Sódio	Líquido	Saco 25 kg	1,5	R8; R25; R50
Kleen MCT 411	Sólido	Saco 25 kg	0,1	R8; R61; R62
Hipoclorito de Sódio	Líquido	Contentor IBC 1 m <sup>3</sup>	8	R50
Persulfato de Sódio (MP)	Sólido	Saco 25 kg	1	R8
Spectrus NX 1100	Líquido	Bidon 250 l	1	R50; R53
Flogard POT 6101	Líquido	Bidon 25 l	0,1	R51/53

<sup>1</sup> Decreto-Lei nº 98/2010 de 11 de Agosto

#### 5.4.1.4. ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES

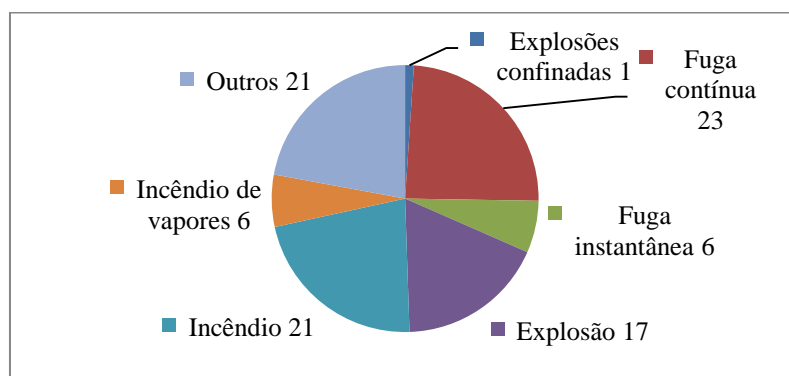
O prévio conhecimento da experiência histórica acumulada noutras unidades industriais semelhantes ou que realizem operações similares, permite antecipar e prever situações de acidentes graves e adoptar uma correcta política de segurança, tanto para as pessoas como para o ambiente.

Para tal, recorreu-se à consulta da base de dados de reconhecido prestígio MHIDAS (*“Major Hazards Incident Data Service”*), pertencente ao *“Health and Safety Executive. Safety and Reliability Directorate”* da *“United Kingdom Atomic Energy Authority”*, na qual os acidentes são classificados por tipologia, tipo de produto, causa, consequências, localização e data em que ocorreram.

A pesquisa foi efectuada de acordo com as substâncias perigosas identificadas na unidade industrial da CIRES, mais concretamente o VCM, o fuelóleo e gasóleo. Para estas duas últimas substâncias, fuelóleo e gasóleo, foi tido em consideração duas actividades distintas, armazenamento em tanques e transferência de produto, nas cargas e descargas de navios e nas movimentações pelas tubagens.

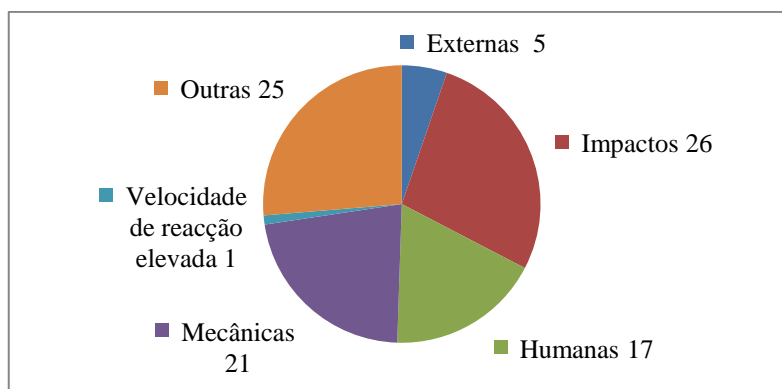
No caso do VCM, foram registados 95 tipos de acidentes ocorridos em empresas similares à da CIRES, sendo distribuídos conforme a figura 37. Pode-se observar que o maior número de tipos de acidente corresponde a fuga contínua (23 acidentes), seguido por incêndio (21 acidentes), outras causas (21 acidentes) e explosão (17 acidentes). Conclui-se assim que as fugas de VCM são o tipo de acidente mais provável de ocorrer numa instalação semelhante à da CIRES. Para que um acidente do tipo fuga não evolua para uma situação de incêndio ou explosão é necessário controlar as fontes de ignição.

Quanto às causas que deram origem a acidentes graves envolvendo VCM, estas encontram-se distribuídas segundo a figura 38. Pode-se observar que a principal causa de acidente corresponde a impactos no transporte de VCM (26 acidentes), seguido de outras causas (25 acidentes), mecânicas (21 acidentes) e humanas (17 acidentes).



**Figura 37** – Conclusão da análise histórica dos tipos de acidente referentes ao VCM.



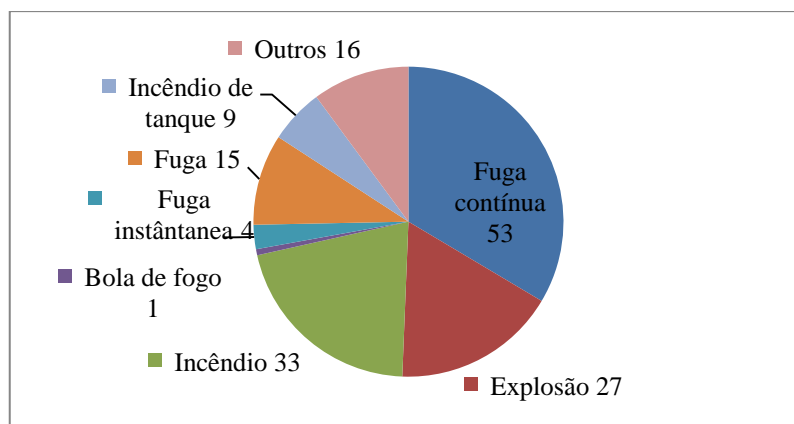


**Figura 38** – Conclusão da análise histórica das causas que estiveram na origem de acidentes referentes ao VCM.

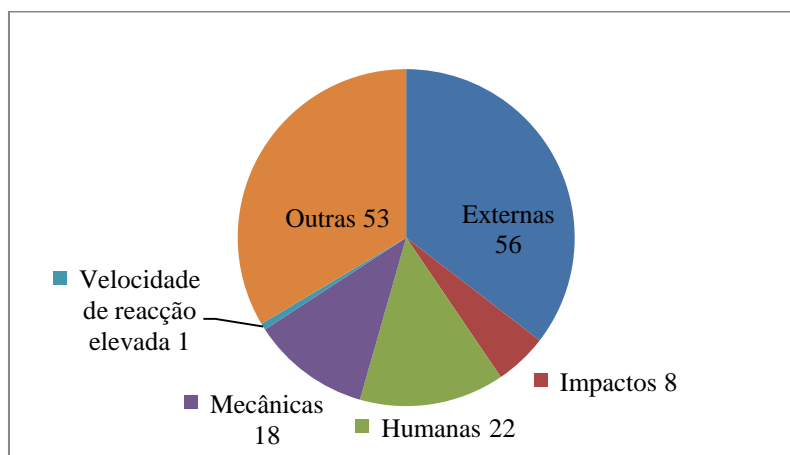
No caso do gasóleo foi efectuada uma análise em dois momentos distintos, o primeiro referente ao armazenamento nos tanques e o segundo referente à transferência de produto. Foram verificados 158 tipos de acidente no armazenamento de gasóleo, distribuídos conforme a figura 39. Pode-se observar que o maior número de acidentes no armazenamento de gasóleo corresponde a fuga contínua (53 acidentes), seguido de incêndio (33 acidentes) e explosão (27 acidentes). Mais uma vez, e tal como no caso do VCM, para evitar a evolução do tipo de acidente de fuga para incêndio e explosão é necessário controlar as fontes de ignição.

Relativamente às causas de acidentes envolvendo o armazenamento de gasóleo, pode-se observar pela figura 40 que as causas externas (56 acidentes) são a principal origem de acidentes envolvendo o armazenamento de gasóleo, seguido de outras causas (53 acidentes), humanas (22 acidentes) e mecânicas (18 acidentes).

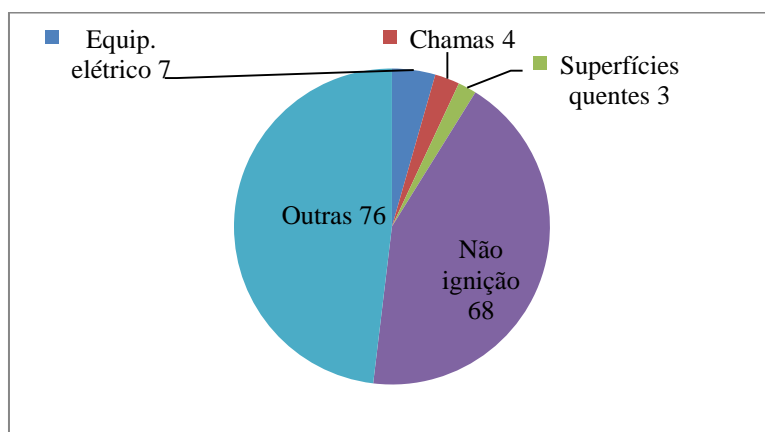
No caso das fontes de ignição que conduziram a incêndios e explosões no armazenamento de gasóleo e excluindo outras fontes que não foram identificadas, foram contabilizados 76 acidentes. Pode-se observar pela figura 41, que em 68 acidentes não houve ignição, sendo que a fonte de ignição mais frequente foram os equipamentos eléctricos (7 acidentes), seguida das chamas (4 acidentes) e superfícies quentes (3 acidentes).



**Figura 39** – Conclusão da análise histórica dos tipos de acidente referentes ao armazenamento de gasóleo.



**Figura 40** – Conclusão da análise histórica das causas que estiveram na origem de acidentes referentes ao armazenamento de gásóleo.

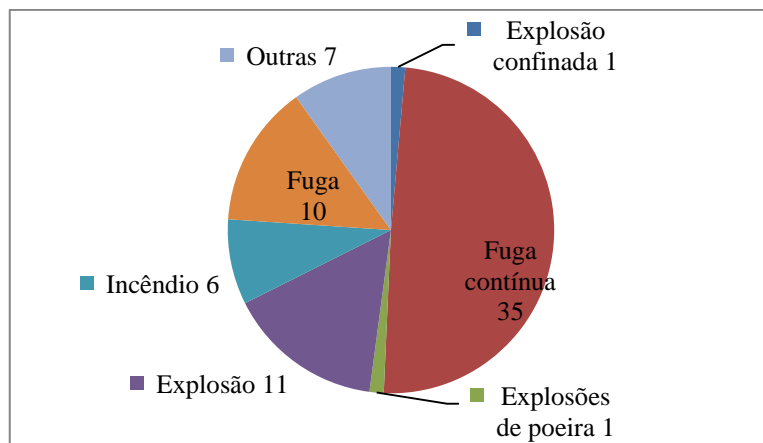


**Figura 41** – Conclusão da análise histórica das fontes de ignição que levaram a incêndios e explosões no armazenamento em reservatórios de gásóleo.

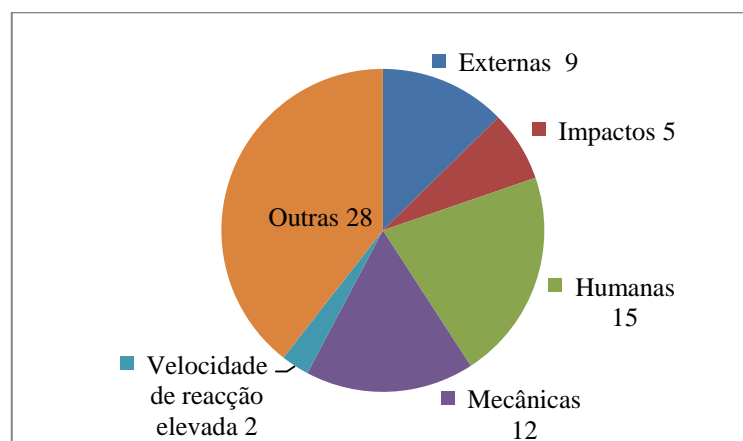
No caso da transferência de gásóleo foram contabilizados 71 acidentes. Pode-se verificar pela figura 42 que o principal tipo de acidente é devido à fuga contínua de gásóleo (35 acidentes), seguido de explosão (11 acidentes) e outro tipo de fugas (10 acidentes).

Quanto às causas que estiveram na origem desses acidentes, pode-se verificar pela análise da figura 43 que 28 acidentes foram devidos a causas não especificadas, seguidas de humanas (15 acidentes) e mecânicas (12 acidentes).

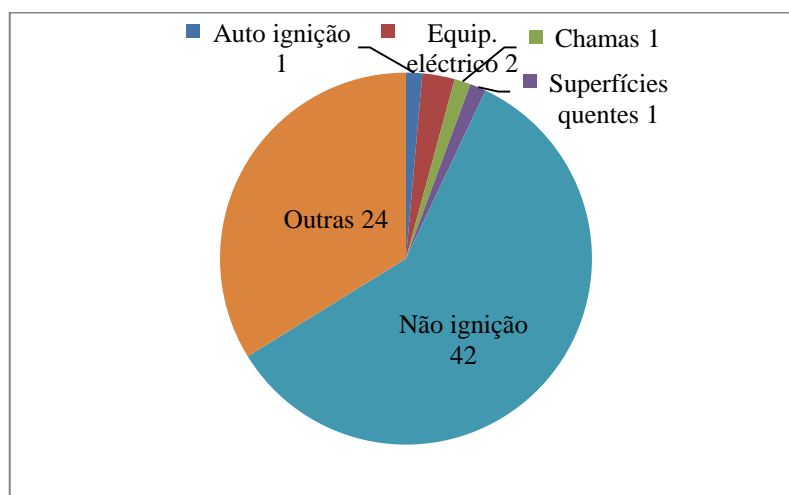
As fontes de ignição que levaram a incêndios e explosões na transferência de gásóleo, e observando a figura 44, verifica-se que na maioria dos acidentes (42) não ocorreu ignição e em 24 acidentes não foi possível identificar a fonte de ignição. No caso em que a identificação foi possível os equipamentos eléctricos (2 acidentes) foram a fonte mais frequente.



**Figura 42** - Conclusão da análise histórica dos tipos de acidente referentes à transferência de gasóleo.



**Figura 43** – Conclusão da análise histórica das causas que estiveram na origem de acidentes referentes à transferência de gasóleo.

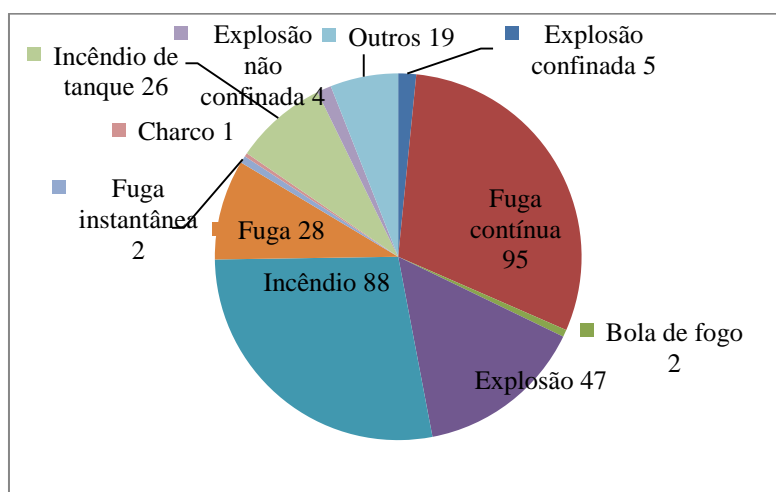


**Figura 44** – Conclusão da análise histórica das fontes de ignição que levaram a incêndios e explosões na transferência de gasóleo.

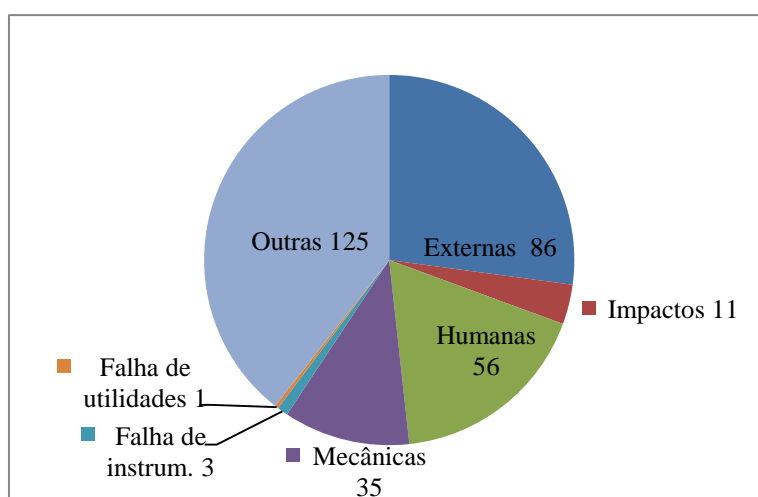
No caso do fuelóleo, e mais concretamente no armazenamento deste, é possível verificar pela análise da figura 45, que dos 317 acidentes registados, o tipo de acidente mais frequente é devido a fuga contínua (95 acidentes), seguido de incêndio (88) e explosão (47).

As causas que deram origem a acidentes no armazenamento de fuelóleo, e na maior parte dos casos (125 acidentes), não foi possível identificar, seguidas de causas externas (86), humanas (56) e mecânicas (35) (Figura 46).

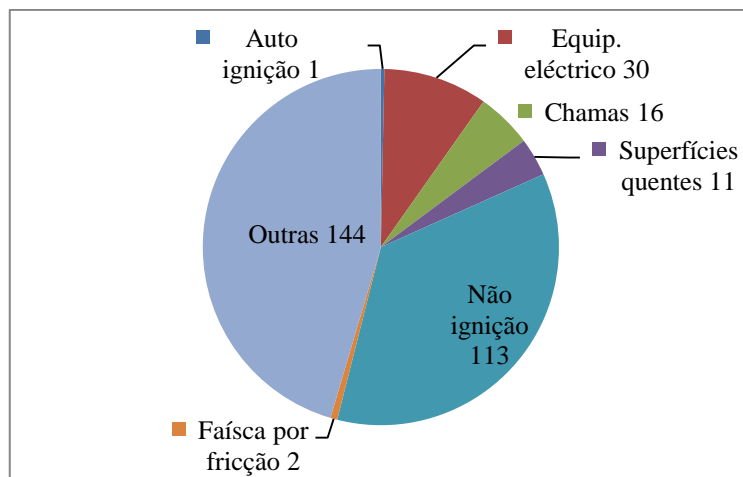
No caso das fontes de ignição que levaram a incêndios e explosões em reservatórios de fuelóleo, a maioria (144 acidentes) não foi possível identificar e em 113 acidentes não ocorreu ignição. Os equipamentos eléctricos são a principal fonte de ignição (30 acidentes), seguida de chamas (16) e superfícies quentes (11) (Figura 47).



**Figura 45** - Conclusão da análise histórica dos tipos de acidente referentes ao armazenamento de fuelóleo.



**Figura 46** – Conclusão da análise histórica das causas que estiveram na origem de acidentes referentes ao armazenamento de fuelóleo

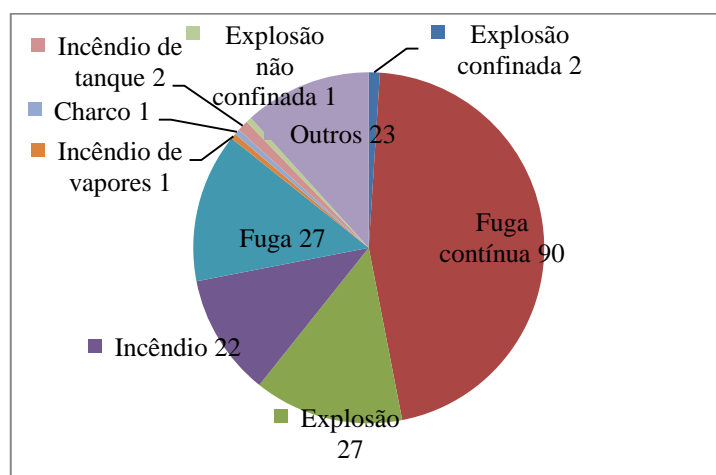


**Figura 47** – Conclusão da análise histórica das fontes de ignição que levaram a incêndios e explosões no armazenamento de fuelóleo.

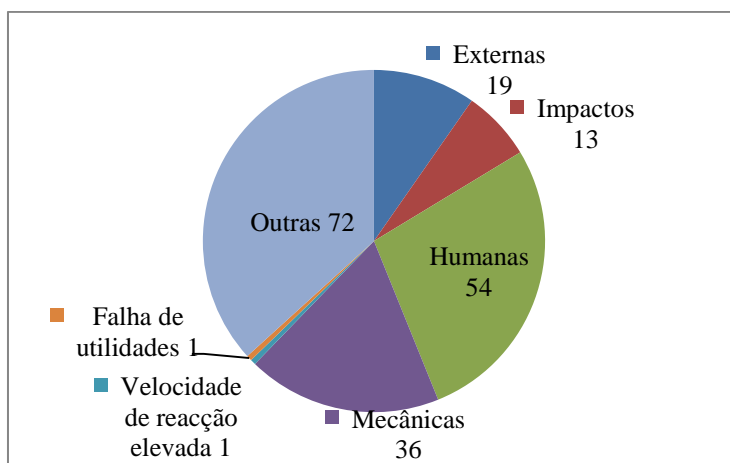
No caso dos tipos de acidente ocorridos na operação de transferência de fuelóleo, pode-se observar pela figura 48 que o maior número é devido a fuga contínua (90 acidentes), seguido de explosão ou outro tipo de fuga (27 acidentes) e outras causas (23 acidentes).

Quanto às causas que originaram acidentes na transferência de fuelóleo, em 72 acidentes não foi possível averiguar uma causa específica, seguindo-se as causas humanas (54) e mecânicas (36) (figura 49).

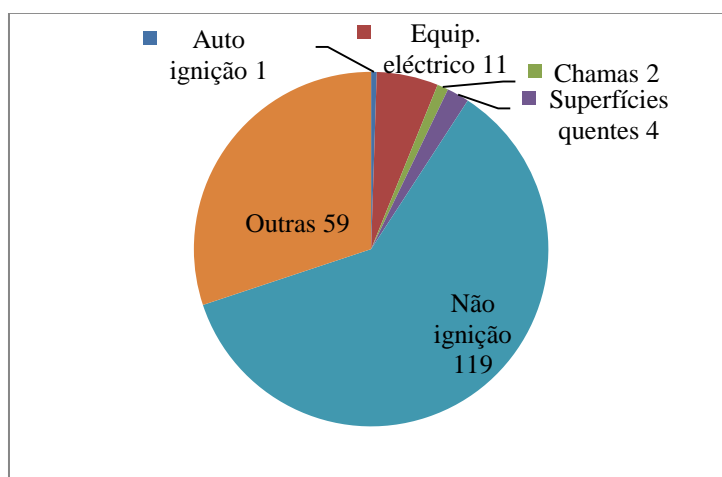
No caso das fontes de ignição que conduziram a incêndios e explosões na transferência de fuelóleo, pode-se verificar pela análise da figura 50, que a maioria dos acidentes não ocorreu ignição (119) e em 59 acidentes não foi possível identificar a mesma. A fonte de ignição identificada mais frequentemente foram os equipamentos eléctricos (11), seguida de superfícies quentes (4).



**Figura 48** - Conclusão da análise histórica dos tipos de acidente referentes à transferência de fuelóleo.



**Figura 49** – Conclusão da análise histórica das causas que estiveram na origem de acidentes referentes à transferência de combustível.



**Figura 50** – Conclusão da análise histórica das fontes de ignição que levaram a incêndios e explosões na transferência de combustível.

De um modo geral, o tipo de acidente mais frequente para qualquer uma das substâncias analisadas (VCM, gásóleo, combustível) e para qualquer actividade (armazenamento e transferência) é a fuga contínua. No caso das causas mais frequentes que estiveram na origem de acidentes, estas encontram-se divididas entre externas, impacto, humanas e mecânicas. Já as fontes de ignição que originam incêndios e explosões não parecem ser a maior problemática, uma vez que na maior parte dos acidentes, envolvendo o gásóleo e o combustível pois não existe referência para as fontes de ignição envolvendo o VCM, não ocorre ignição. De salientar ainda que relativamente à unidade industrial da CIRES sediada no CQE não existe registo de qualquer tipo de acidente ou incidente.

#### 5.4.1.5. ANÁLISE HAZOP

O “*Hazard and Operability Study*” (HAZOP) é uma técnica indutiva de análise de riscos que visa a identificação de perigos, baseada no princípio de que os acidentes ocorrem devido a um desvio no funcionamento dos parâmetros de um processo, relativamente ao normal funcionamento dos mesmos. Este método analisa sistematicamente as causas e consequências dos desvios desses parâmetros. Esta análise tem como principais objectivos a identificação de cenários de risco com possíveis consequências catastróficas e identificar e documentar as principais medidas de protecção contra os cenários de acidente identificados.

Foi efectuada uma análise HAZOP, por uma entidade externa, para as instalações da CIRES, tendo sido considerado e avaliado diferentes cenários de acidentes em condições de funcionamento normal da instalação, em arranque, em paragem e em manutenção normal de equipamentos. No caso de serem detectadas falhas ou anomalias, foram definidas acções de correcção ou minimização. É apresentado no anexo III e IV a metodologia e a aplicação da referida análise à unidade industrial da CIRES. Entretanto são apresentadas as principais conclusões respeitantes à identificação, análise e prevenção de riscos de acidente.

Baseado nos resultados obtidos na análise dos acidentes identificados para a unidade industrial da CIRES, é possível concluir o seguinte:

- As consequências previsíveis, dos acidentes identificados, sobre o ambiente são “importantes” (1), “relevantes” (13), “Moderadas” (5) e a maioria “Não significativas” (14).
- O dano ambiental “importante”, refere-se à rotura da tubagem de alimentação do tanque de fuelóleo, com derrame para o solo, podendo atingir acidentalmente a rede de águas pluviais e posterior encaminhamento para o exterior da instalação.
- O acidente resultante da rotura da mangueira de descarga de veículos cisterna com gasóleo não apresenta quantidades e extensões significativas desse produto, pelo que é classificado como “não significativo”.
- O descritor ambiental mais afectado é o litoral (17 cenários), que corresponde à ribeira da sardinha, adjacente a nascente à unidade industrial.
- Não existe qualquer consequência “grave”, “muito grave” ou “catastrófica” como resultado dos acidentes considerados.

Com base nos resultados obtidos para a análise de ocorrência de efeito dominó que afecte equipamentos/instalações da CIRES e/ou outras instalações industriais vizinhas, pode-se concluir o seguinte:

- No caso de explosão com sobrepressão superior a 300 mbar, o equipamento/instalação presente na CIRES com maior tendência a ser afectado é o tratamento de efluentes líquidos, com 17 situações de acidente. Seguido da linha de produção PS2 e do gasómetro de VCM, com 15 situações de acidente.
- Ainda no caso de explosão com sobrepressão superior a 300 mbar, os acidentes que afectam um maior número de equipamentos/instalações são os acidentes numerados com o número 4, 8 e 18, rotura de um dos tanques de VCM TK-7301/3 e 4, rotura do tanque TK-7501 e rotura do reactor PL-2201/n, respectivamente.
- Os acidentes numerados no ponto anterior (4, 8, e 18), além de afectarem todos os equipamentos/instalações, indicados para o estudo, presentes nas instalações da CIRES, têm também capacidade para afectar uma instalação industrial vizinha, a CUF.
- De referir que o acidente numerado com o número 2 (rotura do tanque de VCM TK-7301/1), no caso de explosão com sobrepressão superior a 300 mb, também corresponde a um dos acidentes com maiores consequências, pois é passível de afectar todos os equipamentos/instalações presentes na CIRES.
- No caso de libertação de radiação superior a  $12,5 \text{ kW/m}^2$ , os equipamentos/instalações presentes na CIRES com maior tendência a serem afectados são a linha de produção PE e os tanques de VCM, com 17 situações de acidente cada, seguidos da linha de produção PS1 com 16 possíveis situações de acidente.
- Os acidentes que provocam danos num maior número de equipamentos/instalações são os acidentes numerados com o número 18 e 26, rotura do reactor PL-2201/n e rotura da linha de carga do reactor PL-1201/n desde o tanque medidor TK-1201 até ao reactor PL-1201/n, respectivamente.
- Estes dois acidentes, além de provocarem danos em todos os equipamentos/instalações presentes na CIRES, também são passíveis de lesarem os equipamentos presentes nas instalações industriais vizinhas, como é o caso da CUF.
- De referir ainda que o acidente numerado com o número 26, é aquele cujas consequências podem dar origem a fenómenos tanto de BLEVE como de “Jet-fire” como de “Pool-fire”, isto é, é aquele que cujas consequências podem dar origem a situações mais danosas.
- Assim, é possível concluir que poderá existir efeito dominó, tanto no interior da unidade industrial da CIRES, com um elevado número de equipamentos/Instalações afectados, como no exterior das instalações, afectando as instalações industriais mais próximas como é o caso da CUF.



- Por fim, é também possível concluir que tanto no caso de explosão com sobrepressão superior a 300 mbar como no caso de libertação de radiação superior a 12,5 kW/m<sup>2</sup>, existe a possibilidade de ocorrência de efeito dominó.

Da avaliação do risco de cenários de acidente é possível concluir o seguinte:

- Todos os cenários de acidente identificados apresentam “Risco Aceitável”. Significa então, que a unidade industrial da CIRES respeita os princípios da legislação nacional e códigos e normas internacionalmente reconhecidas na indústria química, com a implementação de medidas e equipamentos de segurança baseados nas MTD e nas melhores práticas de engenharia, com o objectivo de redução da probabilidade de falhas mecânicas e fugas/avarias por erros operacionais, prevenindo desta forma, as perdas de contenção dos equipamentos.
- O cenário que poderá ter consequências mais danosas é o cenário 26 (Rotura na linha de carga do reactor PL-1201/n desde o tanque medidor TK-1201 até ao PL-1201/n), pois encontra-se no limite do “Risco Aceitável”, podendo dar origem a fenómenos de Flash-fire e Jet-fire (tabela 18 anexo III).
- A frequência de ocorrência da maioria dos cenários de acidente identificados corresponde a “Pouco provável”, “Improvável” e “Quase impossível” (tabela 19 anexo III).
- Relativamente às consequências, os fenómenos que podem ocorrer com maior gravidade correspondem à toxicidade e aos efeitos de sobrepressão, principalmente no caso de rotura catastrófica dos tanques de armazenamento de VCM.
- O índice de risco global mais comum é o G3, “Relevante” mas “Improvável”, seguido do H3, “Relevante” mas “Quase impossível” (tabela 19 anexo III).
- Os cenários 1, 4 e 8, apresentam danos para o ambiente considerados “Muito graves” mas com frequência de ocorrência considerada “Quase impossível” (tabela 18 anexo III).
- O cenário assinalado com o número 30, rotura da mangueira de descarga da cisterna de fuelóleo, apresenta algum risco para o ambiente, pois encontra-se classificado como “Relevante” e apresenta uma frequência de ocorrência “Ocasional” (tabela 18 anexo III).
- Não existe qualquer cenário considerado “Catastrófico” para o ambiente.
- De acordo com o que foi dito anteriormente, e tratando-se de uma instalação sem histórico de acidentes, no CQE, a probabilidade de ocorrência de acidentes fica diminuída. A implementação de planos de manutenção de equipamentos, controlo de movimento de veículos, controlo dos pontos de ignição, detecção de substâncias e combate a incêndios, intensificam a segurança e prevenção de acidentes graves.

#### **5.4.1.6. DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO ADOPTADAS PELA CIRES**

Face aos riscos inerentes dos processos de produção da CIRES, mais concretamente o risco de manuseamento de VCM, a CIRES adoptou e tem continuamente adoptado, um conjunto de medidas para prevenir os acidentes graves, melhorar os processos químicos e equipamentos e instalações, limitando desta forma repercussões nocivas tanto para o ambiente como para a saúde humana.

Assim, as medidas aplicadas são as seguintes (Relatório de Segurança-CIRES, 2012):

- Utilização de processos reconhecidos, com experiência e segurança demonstrada, reduzindo desta forma a ocorrência de falhas operacionais ou de efeitos físicos indesejados.
- Cumprimento das normas de projecto e procedimentos de operação e manutenção, permitindo a redução de ocorrência de falhas e avarias que conduzam a perda de contenção de substâncias perigosas.
- Formação adequada para todo o pessoal de acordo com o posto designado, permitindo a redução de forma significativa de ocorrência de falhas humanas que possam conduzir a falhas operacionais. Permite ainda, que os operadores tomem decisões atempadamente a desvios durante as operações na instalação, que originem consequências perigosas.
- Estabelecimento de procedimentos detalhados para o controlo do projecto e da construção.
- Estabelecimento de autorizações de trabalho para todas as actividades de instalação e manutenção levadas a cabo, permitindo o controlo e redução da presença de fontes de ignição no interior da instalação, que poderiam originar incêndios ou explosões.
- Aplicação de normas internas de engenharia (BES) elaboradas a partir de normas de reconhecido prestígio internacional, permitindo a redução de erros de projecto e concepção das instalações que possam originar perdas de contenção de material.
- Uso preferencial de soldaduras em detrimento de flanges e desenho sem necessidade de selagem, o que permite reduzir a probabilidade e pontos de fuga de substâncias perigosas, e reduzindo a ocorrência de acontecimentos iniciadores de acidentes graves.
- *Layout* da instalação de modo a minimizar o risco de impacto físico.
- Projectos tendo em consideração situações naturais anormais, tais como tremores de terra, com o objectivo de reduzir a ocorrência de acidentes graves por perda de contenção de substâncias perigosas.





## 6. CONCLUSÃO

As informações actualmente disponíveis, ainda não permitem retirar conclusões consistentes acerca da eficácia da implementação da Directiva RA, uma vez que não se adquiriu experiência suficiente sobre a sua execução. Em alguns casos, os operadores não têm conhecimento suficiente sobre as suas obrigações, e as seguradoras, ou outras instituições relacionadas com o fornecimento de garantias financeiras, não se encontram totalmente adaptadas para que os seus produtos/serviços satisfaçam os requisitos necessários à implementação da Directiva RA. Mesmo assim, o mercado de seguros referentes ao regime RA encontra-se em desenvolvimento na União Europeia (U.E.), esperando-se dessa forma uma maior clareza na constituição das garantias financeiras, face à inexistência de mecanismos e/ou métodos que permitam, de forma mensurável, estabelecer o risco associado à actividade das empresas. Assim, ao invés do desenvolvimento de uma metodologia única, prevê-se o desenvolvimento de metodologias “*ad hoc*”, isto é, específicas para cada actividade.

Uma vez que a prevenção e reparação do dano ambiental se encontram regulamentadas há mais de 20 anos nos E.U.A., com a existência de inúmeras ferramentas/métodos desenvolvidos, a U.E. poderá desenvolver metodologias tendo como ponto de partida a regulamentação existente nos E.U.A.. Como exemplo do que foi acabado de referir, a U.E. encontra-se em processo de desenvolvimento do projecto REMEDE, na tentativa de quantificar financeiramente o dano ambiental.

O Ministério do Ambiente espanhol tem vindo a estabelecer uma metodologia que permite identificar os descritores ambientais, espécies e habitats protegidos, água e solo, através de um sistema de informação geográfica e associar a estes um valor económico, o projecto MORA.

No caso concreto de Portugal, onde a garantia financeira abrange os custos totais relativos ao dano ambiental, não existe um entendimento claro da ordem de grandeza desse valor nem uma linha orientadora no estabelecimento da valorização financeira, tanto dos descritores ambientais como da reparação de danos.

Existem assim várias dificuldades na implementação do regime RA, nomeadamente em questões como os custos e o âmbito cobertos pela garantia financeira, o método de cálculo para o estabelecimento dessa quantia e a fiabilidade de um método de avaliação de riscos ambientais intrínseco a cada actividade.

Uma vez que o princípio básico do regime RA é o do “poluidor-pagador”, o operador, cuja actividade se encontra sujeita a esse regime, cause um dano ambiental, ou ameace de forma iminente o estado do ambiente, é obrigado a suportar as medidas de prevenção e reparação, excepto

nos casos em que se aplique qualquer das excepções mencionadas. O operador é ainda o responsável pela comunicação à autoridade competente, APA, em caso de dano ou ameaça iminente de dano ambiental.

Uma vez que a CIRES exerce a sua actividade no fabrico de PVC, através da polimerização de VCM, utilizado como matéria-prima e classificada como perigosa tanto para a saúde humana como para o ambiente, a instalação enquadra-se nas actividades referenciadas no anexo III da Directiva RA, além de muitos outros requisitos legais atrás mencionados.

A unidade industrial possui ainda um Sistema de Gestão da Qualidade certificado, um Sistema de Gestão Ambiental certificado e ainda um Sistema de Gestão da Segurança, Higiene e Saúde no trabalho certificado, além da adesão ao programa da Indústria Química de Actuação Responsável.

Relativamente à caracterização do estado inicial, e mais concretamente no que diz respeito à existência nas proximidades da unidade industrial da CIRES de áreas que integrem o SNAC, verifica-se que parte da área de estudo, concelho de Estarreja, encontra-se integrada na ZPE da Ria de Aveiro, cerca de 26 % da área concelhia.

No que consta às espécies faunísticas com estatuto de protecção/conservação, foi comprovada a existência de pelo menos 100 espécies (82 aves, 9 anfíbios, 5 mamíferos, 3 peixes e 1 réptil). Segundo o “Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal”, 57 espécies apresentam um estado de conservação definido como “pouco preocupante”, 18 espécies como “vulnerável”, 10 espécies como “em perigo”, 6 espécies como “quase ameaçada”, 5 espécies como “criticamente em perigo” e 1 espécie “regionalmente extinta”, a Íbis-Preta.

Segundo “Relatório Nacional de Implementação da Directiva Habitats, 2001-2006”, elaborado pelo ICNB, e apenas para as classes anfíbios, mamíferos, peixes e répteis, que contabilizam 18 espécies, verifica-se que 11 espécies se encontram em situação desfavorável, sendo que 9 se encontram avaliadas como desfavorável/inadequada e 2 como desfavorável/mau, e 5 espécies avaliadas como estando em situação favorável.

Relativamente às espécies florísticas, nenhuma das espécies consideradas se encontram com estatuto de protecção/conservação. Ainda assim, a flora presente na área concelhia é essencialmente composta por Pinheiros-Bravos e Eucaliptos.

Quanto aos habitats representados na área de estudo, foram detectados 9 tipos diferentes, sendo que apenas 1 é considerado prioritário (Florestas aluviais de *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*, com o código 91E0). Quanto ao estado de conservação destes, e segundo o “Relatório Nacional de Implementação da Directiva Habitats, 2001-2006”, 7 habitats encontram-se em situação desfavorável (6 desfavorável/inadequado e 1 desfavorável/mau), e apenas 2 em situação favorável, sendo que um deles é precisamente o habitat considerado como prioritário.

As massas de água estão divididas em águas superficiais e águas subterrâneas. Foram consideradas 14 massas de água superficiais, sendo que 9 são águas de transição e as restantes, 5, são rios. Segundo o “Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis”, 7 massas de água foram classificadas com estado final de “mediocre”, 5 como “razoável” e apenas 2 classificadas com estado final de “bom”, os rios Fontela e Gonde.

Foram ainda identificados 2 tipos de massas de água subterrânea, os aquíferos do Quaternário de Aveiro e do Cretácico de Aveiro, sendo que as duas massas de água subterrâneas identificadas foram classificadas com estado global de “mediocre”, segundo o “Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis”.

Também relativo à caracterização do estado inicial dos descritores ambientais, o solo também foi objecto de estudo. Assim, as unidades pedológicas presentes na área de estudo e com maior representatividade são os Regossolos Dútricos, onde fica localizada a unidade industrial da CIRES, e os Cambissolos húmicos associados a xistos. As classes de uso do solo, segundo o CLC 2006, mais representativas da área de concelhia são as culturas temporárias de regadio, as manchas florestais e o tecido urbano descontínuo. A classificação do uso do solo é dominada pela presença de solo rural, com cerca de 75 % da área concelhia, sendo os restantes 25 % referentes ao solo urbano. As classes de capacidade de uso do solo são dominadas pela classe A, capacidade de uso elevada com boas características para a prática da actividade agrícola, que se encontra concordante com a classificação do uso do solo para a área concelhia, tal como a distribuição das áreas RAN, que ocupam grande parte do território. Quanto às áreas REN, verifica-se que estas encontram-se maioritariamente na área do concelho integrada na ZPE da Ria de Aveiro.

Relativamente ao passivo de contaminação dos solos por parte de metais pesados, verifica-se a presença de teores acima do permitido para a maioria dos poluentes considerados, quer isto dizer que o passivo deixado pela falta de controlo das descargas de água contaminada, realizadas pelas unidades industriais presentes no CQE, é considerável. A contaminação dos solos verificada acarreta consequências nefastas não só para estes, mas também para os aquíferos presentes, através da infiltração, na flora presente que incorpora os poluentes nas raízes e folhas e que servem de alimento não só aos animais mas também às pessoas, sugerindo a existência de bioacumulação por parte destes poluentes, que muitas vezes são cancerígenos.

Relativamente à identificação dos riscos de acidentes graves, foram identificadas as principais fontes de risco e respectivas consequências, sendo a principal causa de acidente a rotura de equipamentos (tubagens e tanques de armazenamento), com consequências principais a emissão atmosférica de VCM, podendo originar explosão, e o derrame no solo e/ou nas linhas de água próximas da instalação da CIRES de efluentes contaminados.

As principais substâncias consideradas perigosas são o VCM, o fuelóleo e o gasóleo, cujas características de inflamabilidade e toxicidade, e até pelas quantidades armazenadas nas instalações, apresentam um risco acrescido, tanto ao normal funcionamento da unidade industrial e às pessoas como à envolvente ambiental através da contaminação de cursos de água, solo, lençóis freáticos e atmosfera.

Foi ainda realizada uma análise histórica de acidentes ocorridos em unidades industriais semelhantes à actividade desenvolvida na CIRES. Foram identificados 95 tipos de acidentes envolvendo VCM, sendo que o maior número de tipos de acidente corresponde a fuga contínua (23 acidentes) e incêndio (21 acidentes). As principais causas desses acidentes correspondem a impactos no transporte de VCM (26 acidentes) e a falhas mecânicas (21 acidentes). Não existe, no entanto, qualquer registo de acidente verificado na unidade industrial da CIRES presente no CQE.

Foram ainda identificados os acontecimentos iniciadores de acidentes, sendo que o mais predominante corresponde à rotura das linhas de transporte de VCM e à rotura de equipamentos de armazenamento de VCM. Ainda no mesmo capítulo, foi estimada a frequência de ocorrência desses acontecimentos, com a maior probabilidade de ocorrência recair sobre a rotura da mangueira de descarga da cisterna de fuelóleo e rotura da mangueira de descarga da cisterna de gasóleo.

A partir da árvore de acontecimentos foi possível identificar a possível evolução de uma substância perigosa, após a perda de contenção dos equipamentos. Através da análise das 7 árvores de acontecimentos efectuadas, é possível concluir que as principais consequências de uma possível fuga de uma substância perigosa são o “*jet-fire*”, “*flash-fire*” e “*pool-fire*”.

As principais consequências para o ambiente, dos possíveis acidentes identificados, e segundo a classificação das categorias de gravidade das consequências para o ambiente, são “ não significativos” (14 acidentes) e “relevantes” (13 acidentes). Apenas 1 tipo de acidente foi considerado com dano ambiental “importante”, a rotura da tubagem de alimentação do tanque de fuelóleo, que pode atingir a rede de águas pluviais e consequente contaminação do solo e linhas de água próximas à unidade industrial. O descritor ambiental mais afectado é a ribeira da Sardinha, adjacente à CIRES. Nenhum acidente identificado tem consequências “grave”, “muito de grave” e “catastrófica” para o ambiente.

Foi ainda verificada a ocorrência de efeito dominó, tanto dentro das instalações da CIRES como no seu exterior. Existem diversos acidentes que provocam efeito dominó em vários equipamentos no interior da CIRES, no entanto, apenas se verifica a ocorrência de efeito dominó no exterior da CIRES, possível de afectar as instalações da unidade industrial da CUF. Na possível ocorrência de explosão, a unidade industrial da CUF é afectada no caso de rotura do reactor PL-2201/n e rotura da linha de carga do reactor PL-1201/n. No caso de libertação de



radiação superior a  $12,5 \text{ kW/m}^2$ , apenas a rotura do reactor PL-2201/n e a rotura da linha de carga do reactor PL-1201/n são susceptíveis de causar danos na unidade industrial da CUF.

Na determinação do risco de acidentes graves, é tido em consideração não só as consequências decorrentes dos acidentes identificados mas também a sua probabilidade de ocorrerem. Posto isto, todos os acidentes identificados apresentam “risco aceitável”, isto é, o valor do risco é reduzido ou residual, ou porque apresentam consequências ligeiras (mesmo com elevada probabilidade de ocorrerem), ou porque são praticamente “impossíveis” de ocorrerem (mesmo que as consequências sejam consideradas “catastróficas”).

Dos índices de risco globais, apresentados na “matriz de risco global”, aquele que ocorre com maior frequência é o índice G3, com consequências “relevantes” mas com frequência de ocorrência considerada “improvável”, isto é, que ocorre  $10^{-6}$  vezes/ano. O acidente com maior risco para o ambiente é o acidente assinalado com o número 30, rotura da mangueira de descarga da cisterna de fuelóleo, com o índice E3, “ocasional” e “relevante”. Não existe qualquer cenário identificado cuja consequência seja considerada “catastrófica”.

A implementação/adopção de medidas de prevenção mencionadas, planos de monitorização, controlo de pontos de ignição e detecção de substâncias com risco de incêndio, por parte da CIRES, reforçam a segurança e a prevenção de acidentes graves, diminuindo desta maneira a probabilidade de ocorrência dos mesmos e realçam a nulidade de acidentes verificados na unidade industrial da CIRES presente no CQE.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Portuguesa do Ambiente e Instituto de Soldadura e Qualidade - **Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental**. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente, 2011. ISBN 978-972-8577-58-2.
- Alloway, B.J., **Heavy metals in soil**. London: Blackie Academic & Professional, 1995.
- ARH Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. - **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na região hidrográfica 4: ANEXO IV – Fichas de Caracterização para Efeitos de Participação Pública**. Relatório técnico para efeitos de participação pública. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território, 2011
- ARH Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. - **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na região hidrográfica 4: Parte 2 - Caracterização Geral e Diagnóstico: 1.6 – Caracterização do Uso do Solo e Ordenamento do Território**. 2012. Referência do Ficheiro RH4\_P2\_S1\_6\_RT\_final.docx
- ARH Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. - **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis: relatório síntese**. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território.
- ARH Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. - **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na região hidrográfica 4: Avaliação Ambiental Estratégica - Relatório Ambiental (revisão 05)**. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território, 2012.
- Bernaus A, Gaonaa X, Reeb DV, Valiente M. Determination of mercury in polluted soils surrounding a chlor-alkali plant. Direct speciation by X-ray absorption spectroscopy techniques and preliminary geochemical characterisation of the area. **Analytica Chimica Acta** 2006;565:73–80.
- Cabral, M J (Coord.), Almeida J, Almeida P R, Dellinger T, Ferrand de Almeida N, Oliveira M E, Palmeirín J M, Queiroz Al, Regado L & Santos-Reis M (eds.) (2005). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto de Conservação da Natureza. Lisboa.
- Carvalho, A. R. C. - **Mecanismos de resposta a mercúrio em plantas de Sapal**. Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, 2009.
- Carvalho, E. C. - A Regulamentação Sísmica. LNEC, 2009.

- Castelo Branco, M. e Coito; A. - Servidões e Restrições de Utilidade Pública (SRUP). **Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU)**. Edição digital – Setembro de 2011. ISSN: 978-9728569
- Cerqueira, M. A., Silva, J. F., Magalhães, F. P., Soares, F. M., Pato, J. J. - Assessment of water pollution in the Antuã River basin (Northwestern Portugal). **Environmental Monitoring and Assessment**. 142: 1-3 (2008), 325–335. Disponível em WWW:<URL:<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10661-007-9932-7>>. Online ISSN 1573-2959 DOI 10.1007/s10661-007-9932-7
- CIRES, S.A - Estudo de Impacto Ambiental. 1999
- CIRES, S.A - Estudo Geológico. 2012
- CIRES, S.A. – Plano de Emergência Interno. Capítulos I a X. 2011.
- CIRES, S.A. – Licença Ambiental. 2008.
- CIRES, S.A. – Relatório de Segurança. Edição 00. Capítulos 1 a 3. Março 2012.
- Coelho, J. P., Pereira, M. E., Duarte, A., & Pardal, M. A. (2005). Macroalgae response to a mercury contamination gradient in a temperate coastal lagoon—Ria de Aveiro. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 65 (2005), 492–500.
- Coelho, R., Formigo, N., da Fonte, D., Raposo, C., Gamito, T. - **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na região hidrográfica 4: Parte 2 - Caracterização Geral e Diagnóstico: 5.1 – Água de Superfície**. ARH Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P, 2012. Referência do Ficheiro RH4\_P2\_S5\_1\_RT\_final.doc
- Comissão Europeia - COM(2010) 581 final: Relatório da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões nos termos do artigo 14.º, n.º 2, da Directiva 2004/35/CE relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais. Bruxelas (2010).
- Comissão Europeia - **Livro Branco sobre Responsabilidade Ambiental**. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2000. ISBN 92-828-9183-6
- Commission of the European Communities - **Green Paper on Remedying Environmental Damage**. Brussels, 1993
- Committee for the Prevention of Disasters - **Guidelines for quantitative risk assessment – “Purple Book” (CPR/18E)**. 1<sup>st</sup> ed. Sdu Uitgevers, Den Haag, 1999. ISBN 90 12 08796 1
- Costa, C., Jesus-Rydin, C. - Site investigation on heavy metals contaminated ground in Estarreja – Portugal. **Engineering Geology** 60 (2001) 39-47
- Costa, R. A. P.- **Avifauna como Bioindicador de Poluição Atmosférica por Metais Pesados**. Departamento de Ambiente da Universidade de Aveiro, 2005.

Cruz, N. M. C. - **Contaminação de solos agrícolas numa área urbana em Portugal.** Departamento de Química da Universidade de Aveiro, 2011.

Declaração de Rectificação n.º 38/2005 de 5 de Maio. Diário da República n.º 94/2005 – I Série. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa;

Decreto Regulamentar n.º 11/2009 de 29 de Maio. Diário da República n.º 104/2009 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de Setembro. Diário da República n.º 187/2010 – I Série. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 118/2006 de 21 de Junho. Diário da República n.º 118/2006 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 140/99 de 24 de Abril. Diário da República n.º 96/1999 – I Série. Ministério do Ambiente. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 142/2008 de 24 de Junho. Diário da República n.º 142/2008 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 147/2008 de 29 de Julho. Diário da República n.º 145/2008 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 153/2003 de 11 de Junho. Diário da República n.º 158/2003 – I Série. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 166/2008 de 22 de Agosto. Diário da República n.º 162/2008 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 170-A/2007 de 4 de Maio. Diário da República n.º 86/2007 – I Série. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de Agosto. Diário da República n.º 164/2008 - I Série.

Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro. Diário da República n.º 171/2006 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 208/2008 de 28 de Outubro. Diário da República n.º 209/2008 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 226-A/2007 de 31 de Maio. Diário da República n.º 105/2007 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 233/2004 de 14 de Dezembro. Diário da República n.º 291/2004 – I Série. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 254/2007 de 12 de Julho. Diário da República n.º 133/2007 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 277/2009 de 2 de Outubro. Diário da República n.º 192/2009 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 277/99 de 23 de Julho. Diário da República n.º 170/1999 – I Série. Ministério do Ambiente. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 296/95 de 17 de Novembro. Diário da República n.º 266/1995 – I Série. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de Agosto. Diário da República n.º 164/2007 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 380/99 de 22 de Setembro. Diário da República n.º 222/1999 – I Série. Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 45/2008 de 11 de Março. Diário da República n.º 50/2008 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 49/2005 de 24 de Fevereiro. Diário da República n.º 39/2005 – I Série. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro. Diário da República n.º 249/2005 – I Série. Assembleia da República. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 63/2008 de 2 de Abril. Diário da República n.º 65/2008 – I Série. Ministério da Economia e da Inovação. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 63-A/2008 de 3 de Abril. Diário da República n.º 66/2008 – I Série. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril. Diário da República n.º 74/2008 – I Série. Ministério da Economia e da Inovação. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 73/2009 de 31 de Março. Diário da República n.º 63/2009 – I Série. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de Junho. Diário da República n.º 116/2011 – I Série. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 78/2004 de 3 de Abril. Diário da República n.º 80/2004 – I Série. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 82/2003 de 23 de Abril. Diário da República n.º 95/2003 – I Série. Ministério da Economia. Lisboa;

Decreto-Lei n.º 98/2010 de 11 de Agosto. Diário da República n.º 155/2010 – I Série. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa;

Directiva 2000/60/CE de 23 de Outubro (2000). Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L327. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 2003/105/CE de 16 de Dezembro (2003). Jornal Oficial da União Europeia, L345. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 2004/35/CE de 21 de Abril (2004). Jornal Oficial da União Europeia, L143. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 2006/21/CE de 15 de Março (2006). Jornal Oficial da União Europeia, L102. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 2008/1/CE de 15 de Janeiro (2008). Jornal Oficial da União Europeia, L24. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 2009/31/CE de 23 de Abril (2009). Jornal Oficial da União Europeia, L140. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 2012/18/UE de 4 de Julho (2012). Jornal Oficial da União Europeia, L197. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 79/409/CEE de 2 de Abril (1979). Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L103. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 82/501/CEE de 24 de Junho (1982). Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L230. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 86/278/CEE de 12 de Junho (1986). Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L181. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 92/43/CEE de 21 de Maio (1992). Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L206. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Directiva 96/82/CE de 9 de Dezembro (1996). Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L10. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

Ecoinside, parcerias de futuro – **Relatório Técnico de Aplicação das Orientações de Gestão definidas pelo Plano Sectorial da Rede Natura 2000 ao Concelho de Estarreja no âmbito da revisão do PDM.** 2008

Ellis, S., Mellor, A. - **Soils and environment.** New York: British Library, 1995.

European Commission (EC) - **Assessment, monitoring and reporting under Article 17 of the Habitats Directive: Explanatory Notes & Guidelines.** European Commission, 2006.

Gerrard, J. - **Fundamentals of soils.** New York: British Library, 2000

<http://gssoil-portal.eu/ingrid-portal/portal/search-detail.psml?docuuid=1178dbe5-9a49-4920-92ba-241d6957704d&plugid=/gssoil-group:iplug-csw-dsc-inrb#top>

<http://prtr.ec.europa.eu/PollutantTransfers.aspx>

<http://sniamb.apambiente.pt/atlas/>

[http://www.cm-estareja.pt/seccao.php?s=pdm\\_discussao](http://www.cm-estareja.pt/seccao.php?s=pdm_discussao)

<http://www.epa.gov/oppt/aegl/pubs/results74.htm>

<http://www.icn.pt/reldhabitats/Habitats%20naturais>

<http://www.icn.pt/reldhabitats/Habitats%20naturais>

<http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/patrinatur/1vv>

<http://www.ipma.pt/pt/>

<http://www.tvciencia.pt/tvccat/pagcat/tvccat02.asp?varcota=CDI-4560-1963>

ICNB, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, I. P. - Plano Sectorial da Rede Natura 2000: Relatório. Vol. 1. 2006

ICNB, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, I. P. - Relatório Nacional da Implementação da Directiva Habitats (2001-2006) - Relatório Executivo. 2008

ICNB, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, I. P. - Plano Sectorial da Rede Natura 2000: Valores naturais – Introdução. 2006

INÁCIO, M. M., PEREIRA, V., PINTO, M.S. - Mercury contamination in sandy soils surrounding an industrial emission source (Estareja, Portugal). *Geoderma*. 85 (1998), 325–339

INE, Instituto Nacional de Estatística, I. P. - **Censos 2011 Resultados Definitivos - Região Centro**. 2012a. ISSN 0872-6493. ISBN 978-989-25-0184-0.

INE, Instituto Nacional de Estatística, I. P. - **Anuário Estatístico da Região Centro 2011**. 2012b. ISSN 0872-5055. ISBN 978-989-25-0172-7.

Instituto da Água, I. P. - **Critérios para a classificação do estado das massas de água: Rios e Albufeiras**. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Setembro de 2009

Instituto do Ambiente e Desenvolvimento - Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Baixo Vouga Lagunar: Programas de Monitorização da Fauna e Flora. Volume I: Relatório 2004/2007 (2008). ~~IMA 11.08–04/18~~

Jordão, C. P., Ribeiro, P. R. S., Matos, A. T., Bastos, R. K. X., Fernandes, R. B. A., Fontes, R. L. F. - Environmental assessment of water-courses of the Turvo Limpo River basin at the Minas



- Gerais State, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, 127(1–3), (2007) 315–326.
- Kabata-Pendias, A., Mukherjee, A.B., - **Trace elements from soils to human**. New York: Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H., **Trace Elements in soils and plants**, 2<sup>nd</sup> Edition. London: CRC Press Inc., 2001.
- Kannel, P. R., Lee, S., Kanel, S. R., Khan, S. P., & Lee, Y. S. - Spatial-temporal variation and comparative assessment of water qualities of urban river system: A case study of the river Bagmati (Nepal). **Environmental Monitoring and Assessment**, 129(1–3) (2007), 433–59.
- Lei n.º 11/87 de 7 de Abril. Diário da República n.º 81/1987 – I Série. Assembleia da República. Lisboa;
- Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro. Diário da República n.º 249/2005 – I Série. Assembleia da República. Lisboa;
- Lobo-Ferreira, J.P.C., *et al.* **Desenvolvimento de um Inventário das Águas Subterrâneas de Portugal**. LNEC, 1995.
- Marques, A. P. G. C., Moreira, H., Rangel, A. O. S. S., Castro, P. M. L. - Arsenic, lead and nickel accumulation in *Rubus ulmifolius* growing in contaminated soil in Portugal. **Journal of Hazardous Materials**. 165: 1-3 (2009), 174-179. Disponível em WWW:<[URL:http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389408014398](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389408014398)>. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.09.102>
- Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;
- Mota, A., Gonçalves, C., Santos, C., Bairrinho, E., Ferreira, H., Peixoto, S. - Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na região hidrográfica 4: Parte 2 - Caracterização Geral e Diagnóstico: 6.1 - Poluentes e indicadores de poluição que contribuem para essa classificação incluindo os valores observados. **ARH Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P., (2012)**. Referência do Ficheiro 2011\_10\_AAE\_RA\_GEO
- Munchmeyer, T., Fogleman, V., Mazza, L. E Mudgal, S. - **Implementation Effectiveness of the Environmental Liability Directive (ELD) and related Financial Security Issues**. Bio Intelligence Service, Report for the European Commission (DG Environment), 2009. [Contract Reference: 070307/2008/516353/ETU/G.1]
- Pereira, M. E., Lillebø, A. L., Pato, P., Válega, M., Coelho, J.P., Lopes, C.B., Rodrigues, S., Cachada, A., Otero, M., Pardal, M. A., Duarte, A. C. - Mercury pollution in Ria de Aveiro (Portugal): a review of the system assessment. **Environ Monit Assess**. 155 (2009),39–49. DOI 10.1007/s10661-008-0416-1

- Pereira, M. E., Duarte, A. C., Millward, G. E., Abreu, S. N., & Vale, C. - An estimation of industrial mercury stored in sediments of a confined area of the Lagoon of Aveiro (Portugal). **Water Science and Technology**, 37 (1998a), 125–130
- Pereira, M.E., Duarte, A.C., Millward, G.E, Vale, C., Abreu S.N- Tidal export of particulate mercury from the most contaminated area of Aveiro's Lagoon, Portugal. **The Science of the Total Environment** 213 (1998). 157-163
- Portaria n.º 1028/92 de 5 de Novembro. Diário da República n.º 256/1992 – I Série. Ministérios da Administração Interna, da Indústria e Energia e do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa;
- Portaria n.º 1115/2009 de 29 de Setembro. Diário da República n.º 189/2009 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;
- Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março. Diário da República n.º 53/2004 – I Série. Ministério da Economia, da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, da Saúde e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa;
- Portaria n.º 263/2005 de 17 de Março. Diário da República n.º 54/2005 – I Série. Ministérios das Actividades Económicas e do Trabalho, das Cidades, Administração Local, Habitação e Desenvolvimento Regional, da Agricultura, Pescas e Florestas e do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa;
- Portaria n.º 320/2007 de 23 de Março. Diário da República n.º 59/2007 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;
- Portaria n.º 335/97 de 16 de Maio. Diário da República n.º 113/1997 – I Série. Ministério da Administração Interna, do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, da Saúde e do Ambiente. Lisboa;
- Portaria n.º 732-A/96 de 11 de Dezembro. Diário da República n.º 286/1996 – I Série. Ministério da Economia, da Saúde e do Ambiente. Lisboa;
- Portaria n.º 80/2006 de 23 de Janeiro. Diário da República n.º 16/2006 – I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa;
- Raposo, C., Ribeiro, L., Gamito, T. - **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na região hidrográfica 4: Parte 2 - Caracterização Geral e Diagnóstico: 6.1 - Poluentes e indicadores de poluição que contribuem para essa classificação incluindo os valores observados**. ARH Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P., 2012. Referência do Ficheiro RH4\_P2\_S6\_1\_RT\_final.doc
- Regulamento (CE) n.º 1013/2006 de 14 de Junho (2006). Jornal Oficial da União Europeia, L190. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.
- Regulamento (CE) n.º 2037/2000 de 29 de Junho (2000). Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L244. Parlamento Europeu e do Conselho, Portugal.

- Reis, A.T., Rodrigues, S.M., Araújo,C.,Coelho, J.P., Pereira, E., Duarte, A.C. - Mercury contamination in the vicinity of a chlor-alkali plant and potential risks to local population. **Science of the total environment**. 407 (2009), 2689-2700. doi:10.1016/j.scitotenv.2008.10.065
- Câmara Municipal de Estarreja (CME) – Relatório de Caracterização Física do Concelho de Estarreja. Plano Diretor Municipal de Estarreja. 2012
- Câmara Municipal de Estarreja (CME) – Relatório do Plano Diretor Municipal de Estarreja: Caderno II. Plano Diretor Municipal de Estarreja. 2012
- Câmara Municipal de Estarreja (CME) – Relatório do Plano Diretor Municipal de Estarreja: Caderno V. Plano Diretor Municipal de Estarreja. 2012
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008 de 5 de Junho. Diário da República n.º 139/2008 – I Série. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa;
- Ribeiro, A. S. - A Revisão da Lei de Bases do Ambiente (algumas notas sobre a vertente sancionatória). 2012.
- Ribeiro, L. T. - **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na região hidrográfica 4: Parte 2 - Caracterização Geral e Diagnóstico: 5.2 – Águas Subterrâneas**. ARH Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P., 2012a. Referência do Ficheiro RH4\_P2\_S5\_2\_RT\_final.docx
- Rodrigues, S. M., Henriques, B., Reis, A. T., Duarte, A. C., Pereira, E-, Römkens, P. F. A. M. - Hg transfer from contaminated soils to plants and animals. **Environ Chem Lett**. **10 (2012b)**, 61-67 DOI 10.1007/s10311-011-0329-z
- Rodrigues, S.A.M., **Avaliação da qualidade do solo urbano utilizando SIG**. Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro, 2005
- Santoro A, Terzano R, Blo G, Fiore S, Mangold S, Ruggiero P (2010), Mercury speciation in the colloidal fraction of a soil polluted by a chlor-alkali plant: a case study in the South of Italy. **J Synchrotron Rad** 17:187–192
- Southworth GR, Lindberg SE, Zhang H, Anscombe FR. Fugitive mercury emissions from a chlor-alkali factory: sources and fluxes to the atmosphere. **Atmos Environ**; 38 (2004) 597–611.
- Tavares, C. M. O. F. - **Contaminação por Hg do solo e plantas dos campos marginais do Esteiro de Estarreja**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro, 1995
- The Secretariat of the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971) - **The List of Wetlands of International Importance**. Gland, Switzerland 2013.
- Ullrich S, Ilyushchenko M, Kamberov I, Tanton T. Mercury contamination in the vicinity of a derelict chlor-alkali plant. Part I: sediment and water contamination of Lake Balkyldak and the River Irtysh. **Sci Total Environ**; 381 (2007) 1–16.

United Research Services Espanha S.L. - Benchmark Legal e Metodológico Suporte Técnico e Guia Sectorial no âmbito do Decreto-Lei N°147/2008, de Responsabilidade Ambiental. 2010. Projecto nº: 44193352

Z.G. Shen, H.M. Chen - Bioremediation of heavy metal polluted soils. **Rural Eco-Environ.** 16 (2000) 39–44.





# **ANEXOS**

# **ANEXO I**

**GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA**



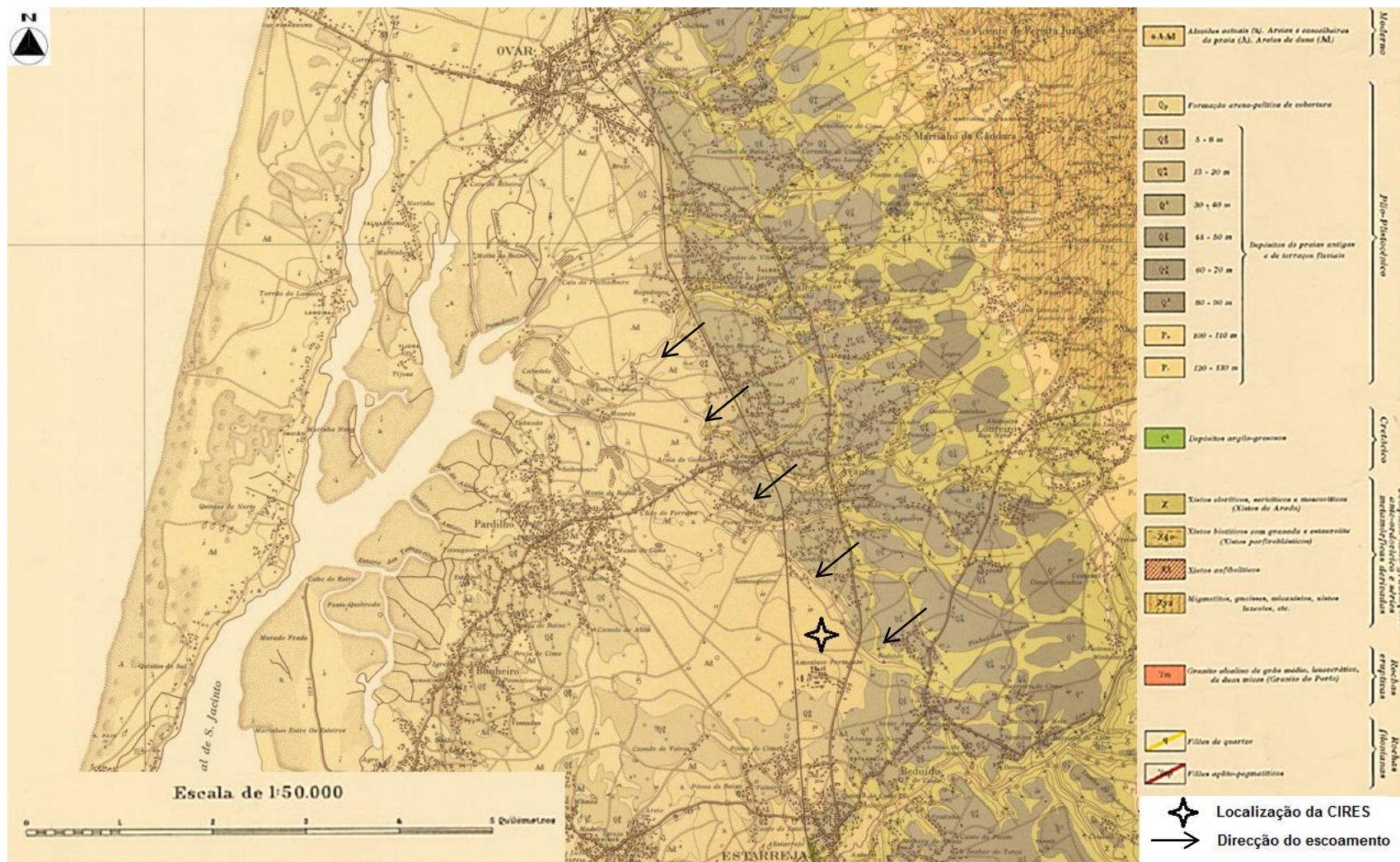


Figura 151 – Carta geológica 13-C, Ovar.

# **ANEXO II**

CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO INICIAL

**Tabela 1** – Estado de conservação das espécies faunísticas, presentes no concelho de Estarreja, segundo o “Relatório Nacional de Implementação da Directiva Habitats, 2001-2006” e o “Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal, 2005”.

	Nome da Espécie	Nome comum	E. C.	Prioritária	Biótopo	Presença na ZPE	Fenologia	"Range"	Área	E. F.	P. F.	A. G.
Anfíbios	<i>Alytes obstetricans</i>	Sapo-parteiro	LC	O	Arrozal Bocage Sapal	X	Endémica	FV	XX	U1	FV	U1
	<i>Bufo calamita</i>	Sapo corredor	LC	O	Arrozal Sapal Bocage	X	Endémica	FV	XX	U1	FV	U1
	<i>Chioglossa lusitanica</i>	Salamandra lusitânica	VU	O	Arrozal	X	Endémica	FV	XX	U1	FV	U1
	<i>Discoglossus galganoi</i>	Rã-de-focinho-pontiagudo	NT	O	Sapal Arrozal	X	Endémica	FV	U1	U1	FV	U1
	<i>Hyla arborea</i>	Rela comum	LC	O	Sapal Arrozal	X	Endémica	FV	XX	U1	FV	U1
	<i>Pelobates cultripipes</i>	Sapo-de-unha-negra	LC	O	Sapal Arrozal Bocage	X	Endémica	FV	U1	U1	FV	U1
	<i>Rana iberica</i>	Rã-ibérica	LC	O	Arrozal Sapal	X	Endémica	FV	XX	U1	FV	U1
	<i>Rana perezi</i>	Rã -verde	LC	O	Bocage Sapal	X	Endémica	FV	FV	FV	FV	FV
	<i>Triturus marmoratus</i>	Tritão-marmoreado	LC	O	Bocage	X	Endémica	FV	FV	FV	FV	FV
Aves	<i>Accipiter gentilis</i>	Açor	VU	O	Bocage Sapal Arrozal	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Rouxinol-grande-dos-caniços	LC	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Rouxinol-pequeno-dos-caniços	NT	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

---

<i>Actitis hypoleucos</i>	Maçarico-das-rochas	VU	O	Sapal Arrozal	O	Nidificante Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Alcedo atthis</i>	Guarda-rios	LC	O	Arrozal Sapal	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Anas acuta</i>	Arrábio	LC	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Anas clypeata</i>	Pato-colhereiro	EN	O	Sapal	X	Migradora Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Anas crecca</i>	Marrequinha	LC	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Anas penelope</i>	Piadeira	LC	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato-real	LC	O	Sapal	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Anas strepera</i>	Frisada	VU	O	Sapal	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Anthus spinoletta</i>	Petinha-ribeirinha	EN	O	Bocage Arrozal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Apus apus</i>	Andorinhão-preto	LC	O	Arrozal	O	Migradora Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Ardea cinerea</i>	Garça-real	LC	O	Arrozal Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Ardea purpurea</i>	Garça-vermelha	EN	X	Sapal Caniçal	X	Nidificante Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Ardeola ralloides</i>	Papa-ratos	CR	O	Arrozal Sapal	X	Nidificante Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Asio flammeus</i>	Coruja-do-nabal	EN	O	Sapal Arrozal	X	Migradora Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Aythya ferina</i>	Zarro	EN	O	Arrozal Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Aythya fuligula</i>	Negrinha	VU	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-boieira	LC	O	Campos Agrícolas	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Buteo buteo</i>	Águi-d'asa-redonda	LC	O	S/I	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Calidris alba</i>	Pilrito-das-praias	LC	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

---

---

<i>Calidris alpina</i>	Pilrito-de-peito-preto	LC	X	Sapal	X	Migradora de Passagem Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Calidris canutus</i>	Seixoeira	VU	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Calidris ferruginea</i>	Pilrito-de-bico- comprido	VU	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Calidris maritima</i>	Pilrito-escuro	EN	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Calidris minuta</i>	Pilrito-pequeno	LC	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Noitibó-cinzento	VU	O	Arrozal	X	Nidificante Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Carduelis chloris</i>	Verdilhão	LC	O	Arrozal Bocage	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Cettia cetti</i>	Rouxinol-bravo	LC	O	Caníçal	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Borrelho-de-coleira- interrompida	LC	X	Sapal	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Charadrius hiaticula</i>	Borrelho-grande-de- coleira	LC	X	Sapal	X	Migradora de Passagem Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Chlidonias hybrida</i>	Gaivina-dos-pauis	CR	O	Sapal	X	Nidificante Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Ciconia ciconia</i>	cegonha-branca	LC	O	Arrozal Sapal Bocage	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Circus aeruginosus</i>	Águia-sapeira	VU	X	Sapal Bocage Arrozal	X	Residente Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Cisticola juncidis</i>	Fuinha-dos-juncos	LC	O	Juncal	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Corvus corone</i>	Gralha-preta	LC	O	Bocage	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco-canoro	LC	O	Bocage	O	Migradora Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Egretta garzetta</i>	Garça-branca	LC	O	Arrozal Sapal	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

---

<i>Elanus caeruleus</i>	Peneireiro-cinzento	NT	O	Bocage Arrozal	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Emberiza shoeniclus</i>	Escrevedeira-dos- caniços	VU	O	Arrozal Caniçal Juncal	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Erithacus rubecula</i>	Pisco-de-peito-ruivo	LC	O	Bocage	O	Nidificante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Falco subbuteo</i>	Ógea	VU	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Falco tinnunculus</i>	Peneireiro-vulgar	LC	O	Arrozal	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Fulica atra</i>	Galeirão-comum	LC	O	Sapal Arrozal	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Gallinago gallinago</i>	Narceja	CR	O	Sapal	O	Nidificante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Gallinula chloropus</i>	Galinha-d'água	LC	O	Sapal Arrozal	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Himantopus himantopus</i>	Pernilongo	LC	X	Sapal Arrozal	X	Residente Nidificante Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Hirundo rustica</i>	Andorinha-das- chaminés	LC	O	Sapal	O	Migradora Nidificante estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Ixobrychus minutus</i>	Garça-pequena	VU	X	Sapal	X	Nidificante Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Larus ridibundus</i>	Guincho-comum	LC	O	Sapal	O	Migradora Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Limosa lapponica</i>	Fuselo	LC	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Limosa limosa</i>	Maçarico-de-bico- direito	LC	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Locustella luscinioides</i>	Felosa-unicolor	VU	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Lullula arborea</i>	Cotovia-arbórea	LC	O	Bocage	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Luscinia svecica</i>	Pisco-de-peito-azul	LC	O	Sapal Caniçal	X	Migradora Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Melanitta nigra</i>	Pato-negro	EN	X	Sapal	X	Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

---

<i>Milvus migrans</i>	Milhafre-preto	LC	X	Bocage Arrozal	X	Nidificante Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Motacilla cinerea</i>	Álveola-cinzenta	LC	O	Sapal	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Motacilla flava</i>	Álveola-amarela	LC	O	Sapal Arrozal	O	Migradora Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Numenius arquata</i>	Maçarico-real	LC	O	Sapal	X	Migradora Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Pandion haliaetus</i>	Águia-pesqueira	CR	X	Sapal	X	de Passagem Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Parus major</i>	Chapim-real	LC	O	Bocage	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Passer domesticus</i>	Pardal-comum	LC	O	Arrozal Bocage	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Philomachus pugnax</i>	Combatente	EN	O	Arrozal Sapal	X	Migradora Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Phoenicopterus roseus</i>	Flamingo	VU	O	Arrozal Sapal	X	Migradora Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Platalea leucorodia</i>	Colhereiro	EN	X	Sapal Arrozal	X	Nidificante Estival e Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Plegadis falcinellus</i>	Íbis-preta	RE	O	Arrozal	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Pluvialis apricaria</i>	Tarambola-dourada	LC	O	Arrozal	X	Migradora Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Pluvialis squatarola</i>	Tarambola-cinzenta	LC	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Rallus aquaticus</i>	Frango-d'água	LC	O	Caníçal Sapal	O	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Alfaite	NT	X	Sapal	X	Nidificante Estival e Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Scolopax rusticola</i>	Galinholas	DD	O	Bocage	X	Migradora Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
<i>Sterna albifrons</i>	Andorinha-do-mar-anã	VU	X	Sapal Arrozal	X	Nidificante Estival	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

---

	<i>Sterna sandvicensis</i>	Garajau	NT	O	Sapal	X	Invernante	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	<i>Sylvia undata</i>	Toutinegra-do-mato	NT	O	Bocage	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	<i>Tringa nebularia</i>	Perna-verde	VU	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	<i>Tringa totanus</i>	Perna-vermelha	CR	O	Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	<i>Tyto alba</i>	Coruja-das-torres	LC	O	Bocage Arrozal	X	Residente	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	<i>Vanellus vanellus</i>	Abibe	LC	O	Bocage Sapal	X	Migradora	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	Passeiriformes migradores de caniçais e galerias ripícolas	Várias	S/I	X	Sapal	X	Estivais Migradores Invernantes e de Passagem	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	Passeiriformes migradores de matos e bosques	Várias	S/I	X	Bocage Arrozal	X	Estivais Migradores Invernantes e de Passagem	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Mamíferos	<i>Eptesicus serotinus</i>	Morcego-hortelão	LC	O	Arrozal Bocage Sapal	X	Residente	FV	XX	FV	FV	FV
	<i>Genetta genetta</i>	Gineta-europeia	LC	O	Bocage Arrozal Sapal	X	Residente	FV	XX	FV	FV	FV
	<i>Lutra lutra</i>	Lontra-europeia	LC	O	Bocage	X	Residente	FV	XX	FV	FV	FV
	<i>Mustela putorius</i>	Toirão	LC	O	Arrozal Caníçal Juncal	X	Residente	FV	XX	XX	XX	XX
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Morcego-anão	LC	O	Arrozal Sapal	X	Residente	XX	XX	XX	FV	XX
Peixes	<i>Alosa alosa</i>	Sável	EN	O	Canais Água Doce e	X	Autóctone Migradora anádrôma	FV	U2	U2	U1	U2



Répteis					Salobra									
	<i>Alosa fallax</i>	Savelha/Saboga	VU	O	Canais Água Doce e Salobra	X	Autóctone Migradora anádrôma	FV	U1	U2	U1	U2		
	<i>Petromyzon marinus</i>	Lampreia-marinha	VU	O	Águas Livres	X	Autóctone Migradora anádrôma	FV	U1	U1	U1	U1		
	<i>Lacerta schreiberi</i>	Lagarto-de-água	LC	O	Caníçal Juncal	X	Residente Endémica	FV	XX	U1	FV	U1		

Legenda: CR - Criticamente em Perigo  
 DD - Informação Insuficiente  
 EN - Em Perigo  
 LC - Pouco Preocupante  
 NT - Quase Ameaçada  
 RE - Regionalmente Extinto  
 VU - Vulnerável  
 FV-Favorável  
 U1-Inadequado  
 U2-Mau  
 XX-Desconhecido  
 S/I - Sem Informação  
 X - Sim  
 O - Não

**Tabela 2** – Classificação do estado ecológico, químico e final, das massas de água superficiais consideradas.

Categoria	Nome-Código	Tipologia	Código	Estado/Potencial Ecológico				Estado Químico			Estado Final
				Biológico	Físico-Químico	Hidromorfológico	Global	Substâncias Prioritárias	Outros Poluentes	Global	
Águas de Transição-Esteiros	Aldeia-WB-5	Estuário	PT04VOU0514	Medíocre	Razoável	Bom	Medíocre	S/I	S/I	Bom	Medíocre
	Amieiro-WB-5	Estuário	PT04VOU0514	Medíocre	Razoável	Bom	Medíocre	S/I	S/I	Bom	Medíocre
	Areia Branca-WB-5	Estuário	PT04VOU0514	Medíocre	Razoável	Bom	Medíocre	S/I	S/I	Bom	Medíocre
	Bulhas-WB-5	Estuário	PT04VOU0514	Medíocre	Razoável	Bom	Medíocre	S/I	S/I	Bom	Medíocre
	Estarreja-WB-4	Estuário	PT04VOU0536	Excelente	Razoável	Excelente	Razoável	S/I	S/I	Insuficiente	Razoável
	Ribeira Nova-WB-5	Estuário	PT04VOU0514	Medíocre	Razoável	Bom	Medíocre	S/I	S/I	Bom	Medíocre
	Salreu-WB-4	Estuário	PT04VOU0536	Excelente	Razoável	Excelente	Razoável	S/I	S/I	Insuficiente	Razoável
	Teixugueiras-WB-5	Estuário	PT04VOU0514	Medíocre	Razoável	Bom	Medíocre	S/I	S/I	Bom	Medíocre
	Veiros-WB-4	Estuário	PT04VOU0536	Excelente	Razoável	Excelente	Razoável	S/I	S/I	Insuficiente	Razoável
Rios	Antuã	$N1 \geq 100 \text{ km}^2$	PT04VOU0537	Medíocre	Razoável	Bom	Medíocre	Bom	S/I	Bom	Medíocre
	Canelas-WB-4	$N1 \leq 100 \text{ km}^2$	PT04VOU0540	Razoável	Bom	Excelente	Razoável	Bom	S/I	Bom	Razoável
	Fontela	$N1 \leq 100 \text{ km}^2$	PT04VOU0510	Bom	Bom	S/I	Bom	Bom	S/I	Bom	Bom
	Gonde	$N1 \leq 100 \text{ km}^2$	PT04VOU0509	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	S/I	Bom	Bom
	Jardim	$N1 \leq 100 \text{ km}^2$	PT04VOU0539	Razoável	Bom	S/I	Razoável	Bom	S/I	Bom	Razoável

Legenda: FV-Favorável  
 U1-Inadequado  
 U2-Mau  
 XX-Desconhecido  
 X - Sim  
 O - Não

# **ANEXO III**

IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E PREVENÇÃO DOS RISCOS DE  
ACIDENTE

**Tabela 1** – Identificação das actividades e equipamentos que possam conduzir a acidentes, para a realização

Pontos	Descrição
1	VCM. Transferência de VCM, desde a válvula XV-100 até aos tanques de armazenagem TK-7301/n
2	VCM. Desde o tanque TK-7501 até à válvula de saída do tanque TK-7301/1. (Armazenamento de VCM no tanque TK-7301/1)
3	VCM. Desde a PCV-104 até à válvula de saída nos tanques TK-7301/3 e 4. (Armazenagem de VCM)
4	VCM. Envio de VCM desde o gasómetro primário HL-7401 até aos compressores.
5	VCM. Desde a entrada dos compressores até ao tanque TK-7501, incluindo a linha de condensação e ligação ao TK-7510. (Envio de VCG)
6	VCM. Desde o gasómetro secundário HL-7601 até à unidade Polaris. (Envio de VCM)
7	VCM. Unidade Polaris, desde a entrada no E-01, até à entrada do HL-7401.
8	VCM. Unidade de <i>stripping</i> de efluente líquido, desde as linhas de chegada de efluentes até à válvula de saída do TK-7701.
9	VCM. Unidade de <i>stripping</i> de efluente líquido, desde a válvula de saída do TK-7701 até aos decantadores gravíticos TK-8102/n e gasómetro secundário HL-7601.
10	PS2. Expedição de VCL para a fábrica PS2, desde o tanque TK-7301/n até ao tanque medidor TK-2201.
11	PS2. Carga do reactor PL-2201/n, com HDW e agentes. Desde TK-2202 (linha de HDW) e TK-2101/2102/2103/2110 até PL-2201/n (PS2).
12	PS2. Carga do reactor PL-2201/n, desde o tanque medidor TK-2201 até PL-2201/n (PS2).
13	PS2. Carga do reactor PL-2201/n com Iniciadores, desde os tanques TK-2104/2105/2106 até reactor PL-2201/n (PS2).
14	PS2. Carga do reactor PL-2201/n com BD, desde TK-2109 até reactor PL-2201/n (PS2).
15	PS2. Carga do reactor PL-2201/n com IB2, desde tanque TK-2121/B até reactor PL-2201/n (PS2).
16	PS2. Carga do reactor PL-2201/n com NG, desde tanque TK-2112 até reactor 2201/n (PS2).
17	PS2. Carga do reactor PL-2201/n com DW3, desde tanque Tk-2113 até reactor 2201/n (PS2).

Pontos	Descrição
18	PS2. Carga do reactor PL-2201/n com UL, desde TK-2107/B até reactor 2201/n (PS2).
19	PS2. Carga do reactor PL-2201/n com inibidor (UJ), desde os tanques TK-2206~9/n até reactor PL-2201/n (PS2).
20	PS2. Reactores PL-2201/n (PS2).
21	PS2. Recuperação de VCG dos reactores, desde os reactores PL-2201/n até à entrada do HL-7401.
22	PS2. Descarga de PVC dos reactores PL-2201/n, desde os reactores até aos TK-2402/n (tanques de suspensão).
23	PS2. Descarga da água de lavagem dos reactores PL-2201/n, desde os reactores até ao TK-2216 (tanque de EW1).
24	PS2. <i>Stripping</i> PVC: desde os TK-2402/n até aos TK-2452/n.
25	PS2. Linha de Vácuo desde CM-2201/n aos reactores PL-2201/n.
26	PS2. Linha de REP desde o CM-2202/n até aos reactores PL-2201/n e gasómetro principal HL-7401 e secundário HL-7601.
27	PE. Pintura do reactor PL-3201/n ( <i>coat</i> ), desde o Tk-3220 até ao reactor PL-3201/n.
28	PE. Carga do reactor PL-3201/n com HDW, desde TK-3101 até PL-3201/n (PE).
29	PE. Carga do reactor PL-3201/n com emulsionantes, desde os tanques TK-3113 a TK-3117 até reactor PL-3201/n (PE).
30	PE. Carga do reactor PL-3201/n com iniciadores, desde os tanques TK-3108, TK-3109 e TK-3111 até reactor PL-3201/n (PE).
31	PE. Carga do reactor PL-3201/n com iniciadores, desde os tanques TK-3104, TK-3106 e TK-3107 até reactor PL-3201/n (PE).
32	PE. Carga do reactor PL-3201/n com outros químicos, desde os tanques TK-3102, TK-3105 e TK-3471 até reactor PL-3201/n (PE).
33	PE. Carga do reactor PL-3201/n com PR, desde os tanques TK-3201/1 e 2 até reactor PL-3201/n (PE).
34	PE. Expedição de VCL para a fábrica PE, desde o tanque TK-7301/n até ao reactor PL-3201/n, incluindo TK-A200.
35	PE. Reactores PL-3201/n.
36	PE. Descarga de PR do Reactor PL-3201/n, desde o reactor PL-3201/n até ao TK-3201/n (tanque de PR).

Pontos	Descrição
37	PE. Descarga de Latex do Reactor PL-3201/n, desde o reactor PL-3201/n até ao TK-3451/n (tanque de Latex).
38	PE. Descarga de EW1 do Reactor PL-3201/n, desde o reactor PL-3201/n até ao TK-7701 (tanque de EW1).
39	PE. Recuperação de VCG dos reactores, desde os reactores PL-3201/n, passando pela coluna CL-3301, até ao gasómetro HL-7401.
40	PE. <i>Stripping</i> Latex: desde os TK-3451/n até ao TK-3401 (linha de Latex), e até ao gasómetro HL-7401 (linha de VCG).
41	PE. Linha de Vácuo desde CM-3100 aos reactores PL-3201/n.
42	PE. Linha de REP desde o CM-3212 até aos reactores PL-3201/n e gasómetro principal HL-7401 e secundário HL-7601.
43	PS1. Expedição de VCL para a fábrica PS1, desde o tanque TK-7301/n até ao tanque medidor TK-1201.
44	PS1. Carga do reactor PL-1201/n, com HDW e agentes. Desde TK-1202 (linha de HDW) e TK-2101/2102/2103/2110 até PL-1201/n (PS1).
45	PS1. Carga do reactor PL-1201/n, desde o tanque medidor TK-1201 até PL-1201/n (PS1).
46	PS1. Carga do reactor PL-1201/n com Iniciadores, desde os tanques TK-1104/1105/1106 até reactor PL-1201/n (PS1).
47	PS1. Carga do reactor PL-1201/n com F1, desde tanque TK-2112 até reactor PL-1201/n (PS1).
48	PS1. Carga do reactor PL-1201/n com U1, desde TK-1107/B até reactor 1201/n (PS1).
49	PS1. Carga do reactor PL-1201/n com inibidor (UJ), desde os tanques TK-1206~7/n até reactor PL-1201/n.
50	PS1. Reactores PL-1201/n (PS1).
51	PS1. Recuperação de VCG dos reactores, desde os reactores PL-1201/n até à entrada do HL-7401, pelo ciclone VP-36.
52	PS1. Recuperação de VCG dos reactores, desde os reactores PL-1201/n até à entrada do HL-7401, pela torre VP-32.
53	PS1. Descarga de PVC dos reactores PL-1201/n, desde os reactores até aos TK-2402/n (tanques de suspensão).
54	PS1. <i>Stripping</i> PVC: desde os TK-2402/n até aos TK-1452/n.
55	PS1. Linha de Vácuo desde CM-1201 aos reactores PL-1201/n.
56	Nodo Geral da instalação.

Pontos	Descrição
57	Caldeira SB-9501/1. Desde a válvula manual de recepção à entrada da fábrica de GN e, desde a saída do escape do motor até à chaminé da caldeira/motor.
58	Caldeira SB-9501/9. Desde a válvula manual de recepção de GN à entrada da caldeira até à chaminé da caldeira.
59	Caldeira SB-9501/4. Desde a válvula manual de recepção de GN à entrada da caldeira até à chaminé da caldeira.
60	Caldeira SB-9501/3. Desde o tanque de armazenagem de Fuel TK-9520/3 até à chaminé da caldeira.
61	Abastecimento Fuelóleo desde veículo cisterna até aos tanques de armazenagem.
62	Abastecimento de HCl desde veículo cisterna até ao tanque de armazenagem TK-9292.
63	Abastecimento de HCl desde TK-9292 até à entrada do ST-9211/1 e ST-9261/1 (Desm3).
64	Abastecimento de HCl desde TK-9292 até à entrada do ST-9211/2 A ou B ou, ST-9271/2A ou B (Desm.)
65	Abastecimento de NaOH desde veículo cisterna até ao tanque de armazenagem TK-9291.
66	Abastecimento de NaOH desde TK-9291 até à entrada do ST-9212/1 e ST-9261/1 (Desm3).
67	Abastecimento de NaOH desde TK-9291 até à entrada do ST-9211/2 A ou B ou, ST-9271/2A ou B (Desm.).

**Legenda:**

APA – Administração do Porto de Aveiro

EW1 – Efluente líquido aquoso (contaminado com VCM)

HDW – Água Quente Desmineralizada

I5 – Agente de Suspensão (Líquido aquoso)

RW2 – Água refrigerada

RDW – Água desionizada reciclada

VCL – Cloreto Vinilo Monómero Líquido

VCG – Cloreto de Vinilo Monómero Gás

**Tabela 2** – Níveis de gravidade das consequências dos perigos detectados.

<b>Nível de Gravidade</b>	<b>Pessoas</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Produção</b>
1-Muito Sério	Efeitos irreversíveis mais além do estabelecimento	Contaminação irreversível no exterior do estabelecimento	Paragem definitiva de produção
2-Sério	Efeitos irreversíveis para a saúde no interior do estabelecimento	Contaminação reversível no exterior do estabelecimento	Paragem de produção de algumas semanas a um mês
3-Moderada	Efeitos reversíveis para a saúde	Contaminação no interior do estabelecimento	Paragem de produção de alguns dias
4-Menor	Efeitos menores, primeiros socorros	Contaminação pontual no estabelecimento	Paragem de produção de algumas horas

**Tabela 3** – Níveis de probabilidade de ocorrência dos perigos detectados.

<b>Nível de Probabilidade</b>	<b>Cenário</b>
1-Muito frequente	Susceptível de produzir-se muito frequentemente (1 caso/semana)
2-Frequente	Susceptível de produzir-se frequentemente (1 caso/mês)
3-Provável	Susceptível de produzir-se muitas vezes no decurso da vida útil (1 caso/ano)
4-Improvável	Improvável que se produza na vida útil (1 caso/10 anos)
5-Muito improvável	Muito improvável que se produza na vida útil (1 caso > 10 anos)
6-Extremamente improvável	Próximo do impossível



**Tabela 4** – Matriz resultante do risco final

P/G	Menor	Moderada	Séria	Muito Séria
Muito frequente	2	1	1	1
Frequente	3	2	1	1
Provável	4	3	2	1
Improvável	4	4	3	2
Muito improvável	4	4	4	3
Extremamente improvável	4	4	4	4

**Tabela 5** – Estimativa dos níveis de risco.

Menor	4	Nenhuma acção requerida
Moderado	3	Avaliar proposta de melhoria
Médio	2	Acção correctiva de implantação normal
Alto	1	Acção correctiva de implantação imediata

**Tabela 6** – Recomendações segundo o nível de risco associado.

VALOR 1 DE NÍVEL DE RISCO			
NODO 6: VCM. Desde o gasómetro secundário HL-7601 até à unidade Polaris. (Envio de VCM)			
ref	ACÇÃO	REQUISITO <sup>1</sup>	NÍVEL DE ACÇÃO
06.03	Avaliar a possibilidade de instalar um <i>by-pass</i> ao permutador HE-7601	IMP	PRIORIDADE ALTA DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
06.04	Avaliar a possibilidade de instalar um indicador de pressão diferencial na linha de HE-76701	IMP	PRIORIDADE ALTA DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
VALOR 2 DE NÍVEL DE RISCO			
NODO 2: VCM. Desde o tanque TK-7501 até à válvula de saída do tanque TK-7301/1. (Armazenagem de VCM no tanque TK-7301/1)			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO

02.01	Avaliar a instalação de um alarme de nível independente no tanque TK-7501	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
02.03	Avaliar a correcta periodicidade de inspecção ao TK-7301/1	OPE	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
02.04	Avaliar a instalação de um novo sistema de indicação de nível para o tanque TK-7303/1	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
<b>NODO 4: VCM. Envio de VCM desde o gasómetro primário HL-7401 até aos compressores</b>			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
04.01	Avaliar a melhoria do sistema (do gasómetro primário HL-7401 / Envio de VCL para o gasómetro primário HL-7401)	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
04.02	Avaliar a instalação de uma indicação/alarme com um sinal para dar condição às recuperações do PS1 (encravamento do sistema)	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
<b>NODO 6: VCM. Desde o gasómetro secundário HL-7601 até à unidade Polaris. (Envio de VCM)</b>			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
06.01	Avaliar a melhoria do sistema do gasómetro secundário (Envio de VCL para o gasómetro secundário HL-7601)	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
06.02	Avaliar a automação das recuperações do PS1	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
06.05	Avaliar a instalação de detectores de VCM na área do gasómetro secundário HL-7601	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
<b>NODO 7: VCM. Unidade Polaris, desde a entrada no E-01, até à entrada do HL-7401</b>			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
07.01	Avaliar a possibilidade de instalar um <i>by-pass</i> ao permutador E-01	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
07.02	Avaliar a possibilidade de instalar um permutador de reserva redundante à E-01	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO

07.03	Avaliar a instalação de detectores de VCM em área do sistema Polaris	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
07.05	Avaliar a possibilidade de instalar um by-pass ao purgador da linha de saída do T-02	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
07.06	Avaliar a possibilidade de instalar um PIC com corte da válvula de saída do E-03 e alarme de pressão baixa	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
<b>NODO 9: VCM. Unidade de <i>stripping</i> de efluente líquido, desde a válvula de saída do TK-7701 até aos decantadores gravíticos TK-8102/n e gasómetro secundário HL-7601</b>			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
09.01	Avaliar a instalação de detectores de VCG nos condensadores gravíticos	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
<b>NODO 10: PS2. Expedição de VCL para a fábrica PS2, desde o tanque TK-7301/n até ao tanque medidor TK-2201</b>			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
10.02	Avaliar a instalação de um pressostato na linha de Azoto de pressurização, linha de bombas PU-7302	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
<b>NODO 20: PS2. Reactores PL-2201/n (PS2)</b>			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
20.04	Avaliar a necessidade de criar alarme de baixa intensidade de corrente na bomba PU-2207/n	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
20.05	Avaliar a necessidade de existência de bomba de reserva (PU-2207/n)	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
20.10	Avaliar a necessidade de autonomizar o controlo da FCV-2n02 relativamente ao FI-2n02	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
20.11	Avaliar a instalação de medidor de nível (tipo radar) sensível à espuma, no reactor PL-2201/n	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
<b>NODO 23: PS2. Descarga da água de lavagem dos reactores PL-2201/n, desde os reactores até ao TK-2216 (tanque de EW1)</b>			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO

23.07	Avaliar a necessidade de instalar um indicador de nível (radar) no reactor PL-2201/n	IMP	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>
<b>NODO 29: PE. Carga do reactor PL-3201/n com emulsionantes, desde os tanques TK-3113 a TK-3117 até reactor PL-3201/n (PE)</b>			
<b>ref</b>	<b>ACÇÃO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>NÍVEL DE ACÇÃO</b>
29.02	Avaliar a possibilidade de instalar um FA na linha de carga de emulsionantes (PE)	IMP	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>
<b>NODO 30: PE. Carga do reactor PL-3201/n com iniciadores, desde os tanques TK-3108, TK-3109 e TK-3111 até reactor PL-3201/n (PE)</b>			
<b>ref</b>	<b>ACÇÃO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>NÍVEL DE ACÇÃO</b>
30.03	Avaliar a possibilidade de instalar um FA na linha de carga de iniciadores	IMP	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>
<b>NODO 31: PE. Carga do reactor PL-3201/n com iniciadores, desde os tanques TK-3104, TK-3106 e TK-3107 até reactor PL-3201/n (PE)</b>			
<b>ref</b>	<b>ACÇÃO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>NÍVEL DE ACÇÃO</b>
31.03	Avaliar a possibilidade de instalar um FA na linha de carga de iniciadores	IMP	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>
<b>NODO 32: PE. Carga do reactor PL-3201/n com outros químicos, desde os tanques TK-3102, TK-3105 e TK-3471 até reactor PL-3201/n (PE)</b>			
<b>ref</b>	<b>ACÇÃO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>NÍVEL DE ACÇÃO</b>
32.02	Avaliar a possibilidade de instalar um FA na linha de carga de outros químicos	IMP	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>
<b>NODO 34: PE. Expedição de VCL para a fábrica PE, desde o tanque TK-7301/n até ao reactor PL-3201/n, incluindo TK-A200</b>			
<b>ref</b>	<b>ACÇÃO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>NÍVEL DE ACÇÃO</b>
34.01	Configurar o alarme de não caudal do FIQ -31123A e B	IMP	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>
34.02	Avaliar a instalação de detectores de VCM com ligação em contínuo (carga de VCL a fábrica de PE)	IMP	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>
34.03	Avaliar a instalação de PA's na linha de pressurização de Azoto	IMP	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>

NODO 43: PS1. Expedição de VCL para a fábrica PS1, desde o tanque TK-7301/n até ao tanque medidor TK-1201			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
43.02	Avaliar a instalação de um pressostato na linha de Azoto de pressurização, linha de bombas PU-7301	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
NODO 47: PS1. Carga do reactor PL-1201/n com F1, desde tanque TK-2112 até reactor PL-1201/n (PS1)			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
47.06	Avaliar a alteração da especificação da válvula de retenção para uma resistência superior ao F1	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
47.07	Ajustar o valor de alarme do PA-11005 para um valor inferior ao PSV-1106 (PS1)	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
47.08	Avaliar a instalação de um <i>loop</i> de alívio na linha de carga de F1	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
NODO 50: PS1. Reactores PL-1201/n (PS1)			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
50.05	Avaliar a necessidade de criar alarme de baixa intensidade de corrente na bomba PU-1207/n	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
50.06	Avaliar a necessidade de existência de bomba de reserva (PU-1207/n)	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
NODO 56: Nodo Geral da instalação			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
56.01	Verificar a existência de válvulas de retenção nas linhas de DW	OPE	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
56.02	Avaliar a instalação de detectores de VCM nos tanques de DW	IMP	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
56.03	Verificar a existência de válvulas de retenção nas linhas de vapor	OPE	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO
56.04	Verificar a existência de válvulas de retenção nas linhas de Azoto	OPE	PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO

56.05	Avaliar a possibilidade de aumentar a rede de detectores de VCM (como se indicou no estudo de cada nodo específico)	IMP	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>
<b>NODO 61: Abastecimento de Fuelóleo desde veículo cisterna até aos tanques de armazenagem</b>			
ref	ACÇÃO	REQUISITO	NÍVEL DE ACÇÃO
61.01	Rever o actual sistema de indicação de temperatura (tanques armazenagem fuelóleo)	OPE	<b>PRIORIDADE NORMAL DE VIABILIDADE E IMPLANTAÇÃO</b>

<sup>1</sup> PRO: Requisitos a nível dos procedimentos e da organização; IMP: Requisitos a nível de implantação de dispositivos de controlo e modificação de linhas e/ou equipamentos de processo; OPE: Requisitos a nível operativo e de trabalhos de manutenção/supervisão.

**Tabela 7** – Identificação dos acontecimentos iniciadores de acidentes.

Acidente	Descrição
1	Rotura na linha de transferência de VCM desde a válvula XV-100 até os tanques de armazenagem TK-7301/n.
2	Rotura do tanque de VCM TK-7301/01.
3	Rotura na linha desde a PCV-104 até os tanques TK-7301/3 e 4.
4	Rotura de um dos tanques de VCM TK-7301/3 e 4.
5	Rotura na linha de envio de VCM desde o gasómetro primário HL-7401 até os compressores.
6	Rotura do gasómetro primário HL-7401.
7	Rotura na linha desde os compressores até o tanque TK-7401, incluindo a linha de condensação e ligação ao TK-7510.
8	Rotura do tanque TK-7501.
9	Rotura na linha desde o gasómetro secundário HL-7601 até à Unidade Polaris.
10	Rotura do gasómetro secundário HL-7601.
11	Rotura na linha da Unidade Polaris desde a entrada no E-01 até a entrada do HL-7401.
12	Rotura na linha da Unidade de Stripping de efluente líquido desde as linhas de chegada de efluentes até a válvula de saída do TK-7701.
13	Rotura do tanque TK-7701.

- 14 Rotura na linha da Unidade de Stripping de Efluentes Líquidos desde a válvula de saída do TK-7701 até os decantadores gravíticos TK-8102/n e gasómetro secundário HL-7601.
  - 15 Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS2 desde o tanque TK-7301/n até o tanque medidor TK-2201.
  - 16 Rotura do tanque medidor TK-2201.
  - 17 Rotura na linha desde o tanque medidor TK-2201 até o PL-2201/n.
  - 18 Rotura do reactor PL-2201/n.
  - 19 Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores PL-2201/n desde os mesmos até a entrada do HL-7401.
  - 20 Rotura na linha de expedição de VCL para a fábricas PE desde o tanque TK-7301/n até o reactor PL-3201/n, incluindo TK-A200.
  - 21 Rotura de um dos reactores PL-3201/n.
  - 22 Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos, passando pela coluna CL-3301 até o gasómetro HL-7401.
  - 23 Rotura na linha de Stripping Latex desde o TK-3451/n até o gasómetro HL-7401.
  - 24 Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS1, desde o tanque TK-7301/n até o medidor TK-1201.
  - 25 Rotura do tanque medidor TK-1201.
  - 26 Rotura na linha de carga do reactor PL-1201/n desde o tanque medidor TK-1201 até o PL-1201/n.
  - 27 Rotura do reactor PL-1201/n.
  - 28 Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos até a entrada do HL-7401, pelo ciclone UP-36.
  - 29 Rotura do gasómetro primário HL-7401, com combustão parcial do VCM e formação de HCl.
  - 30 Rotura de mangueira descarga de cisterna de Fuelóleo.
  - 31 Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Fuelóleo.
  - 32 Rotura de mangueira descarga de cisterna de Gasóleo.
  - 33 Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Gasóleo.
-

**Tabela 8** – Lista de probabilidades base dos acontecimentos iniciadores adoptadas.

<b>Acidente</b>	<b>Frequência bases dados (Unitária)<sup>1</sup></b>
Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06 ano <sup>-1</sup>
Rotura catastrófica tanque pressurizado	1,00E-07 ano <sup>-1</sup>
Rotura tubagem diâmetro <75mm	1,00E-06 m <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>
Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07 m <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>
Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07 m <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>
Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07 m <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>

<sup>1</sup> Guidelines for quantitative risk assessment “Purple Book”, report CPR 18E, Committee for the Prevention of Disasters, 1999, Netherlands.

**Tabela 9** – Lista das probabilidades de ocorrência dos acontecimentos iniciadores, respectivas probabilidades unitárias, factores e unidades base.

<b>Acidente</b>	<b>Descrição</b>	<b>Frequência unitária</b>	<b>Factor</b>	<b>Unidade base</b>	<b>Frequência acontecimento inicial</b>
1	Rotura na linha de transferência de VCM desde a válvula XV-100 até os tanques de armazenagem TK-7301/n.	3,00E-07	3	m*ano	9,00E-07
2	Rotura do tanque de VCM TK-7301/01.	1,00E-07	1	ano	1,00E-07
3	Rotura na linha desde a PCV-104 até os tanques TK-7301/3 e 4.	3,00E-07	50	m*ano	1,50E-05
4	Rotura de um dos tanques de VCM TK-7301/3 e 4.	1,00E-07	1	ano	1,00E-07
5	Rotura na linha de envio de VCM desde o gasómetro primário HL-7401 até os compressores.	1,00E-06	60	m*ano	6,00E-05
6	Rotura do gasómetro primário HL-7401.	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
7	Rotura na linha desde os compressores até o tanque TK-7401, incluindo a linha de condensação e ligação ao TK-7510.	1,00E-07	200	m*ano	2,00E-05



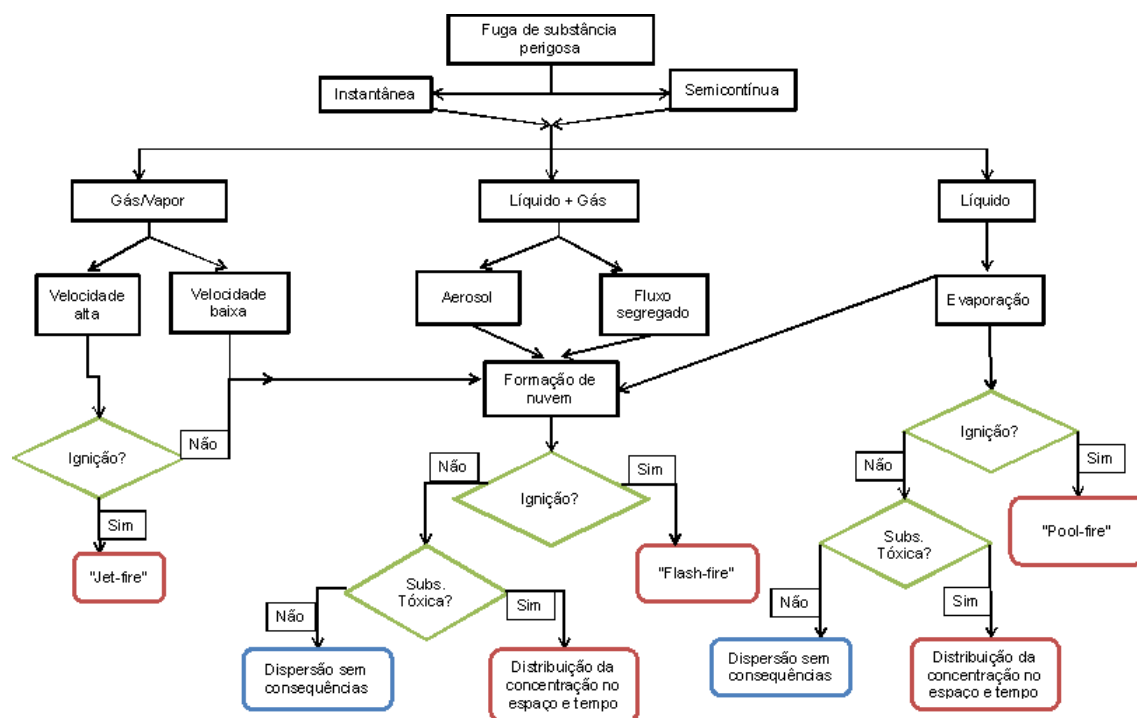
Acidente	Descrição	Frequência unitária	Factor	Unidade base	Frequência acontecimento inicial
8	Rotura do tanque TK-7501.	1,00E-07	1	ano	1,00E-07
9	Rotura na linha desde o gasómetro secundário HL-7601 até à Unidade Polaris.	1,00E-07	30	m*ano	3,00E-06
10	Rotura do gasómetro secundário HL-7601.	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
11	Rotura na linha da Unidade Polaris desde a entrada no E-01 até a entrada do HL-7401.	1,00E-06	25	m*ano	2,50E-05
12	Rotura na linha da Unidade de Stripping de efluente líquido desde as linhas de chegada de efluentes até a válvula de saída do TK-7701.	3,00E-07	30	m*ano	9,00E-06
13	Rotura do tanque TK-7701.	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
14	Rotura na linha da Unidade de Stripping de Efluentes Líquidos desde a válvula de saída do TK-7701 até os decantadores gravíticos TK-8102/n e gasómetro secundário HL-7601.	3,00E-07	5	m*ano	1,50E-06
15	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS2 desde o tanque TK-7301/n até o tanque medidor TK-2201.	3,00E-07	60	m*ano	1,80E-05
16	Rotura do tanque medidor TK-2201.	1,00E-07	1	ano	1,00E-07
17	Rotura na linha desde o tanque medidor TK-2201 até o PL-2201/n.	3,00E-07	30	m*ano	9,00E-06
18	Rotura do reactor PL-2201/n.	1,00E-07	1	ano	1,00E-07
19	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores PL-2201/n desde os mesmos até a entrada do HL-7401.	1,00E-07	35	m*ano	3,50E-06
20	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábricas PE desde o tanque TK-7301/n até o reactor PL-3201/n, incluindo TK-A200.	3,00E-07	20	m*ano	6,00E-06
21	Rotura de um dos reactores PL-3201/n.	1,00E-07	1	ano	1,00E-07
22	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos, passando pela coluna CL-3301 até o gasómetro HL-7401.	3,00E-07	70	m*ano	2,10E-05
23	Rotura na linha de Stripping Latex desde o TK-3451/n até o gasómetro HL-7401.	1,00E-06	25	m*ano	2,50E-05
24	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS1, desde o tanque TK-7301/n até o medidor TK-1201.	1,00E-06	30	m*ano	3,00E-05

Acidente	Descrição	Frequência unitária	Factor	Unidade base	Frequência acontecimento inicial
25	Rotura do tanque medidor TK-1201.	1,00E-07	1	ano	1,00E-07
26	Rotura na linha de carga do rector PL-1201/n desde o tanque medidor TK-1201 até o PL-1201/n.	3,00E-07	40	m*ano	1,20E-05
27	Rotura do rector PL-1201/n.	1,00E-07	1	ano	1,00E-07
28	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactivos desde os mesmos até a entrada do HL-7401, pelo ciclone UP-36.	1,00E-06	30	m*ano	3,00E-05
29	Rotura do gasómetro primário HL-7401, com combustão parcial do VCM e formação de HCl.	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
30	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Fuelóleo.	4,00E-06	104	h*ano	4,16E-04
31	Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Fuelóleo.	3,00E-07	20	m*ano	6,00E-06
32	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Gasóleo.	4,00E-06	52	h*ano	2,08E-04
33	Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Gasóleo.	3,00E-07	20	m*ano	6,00E-06

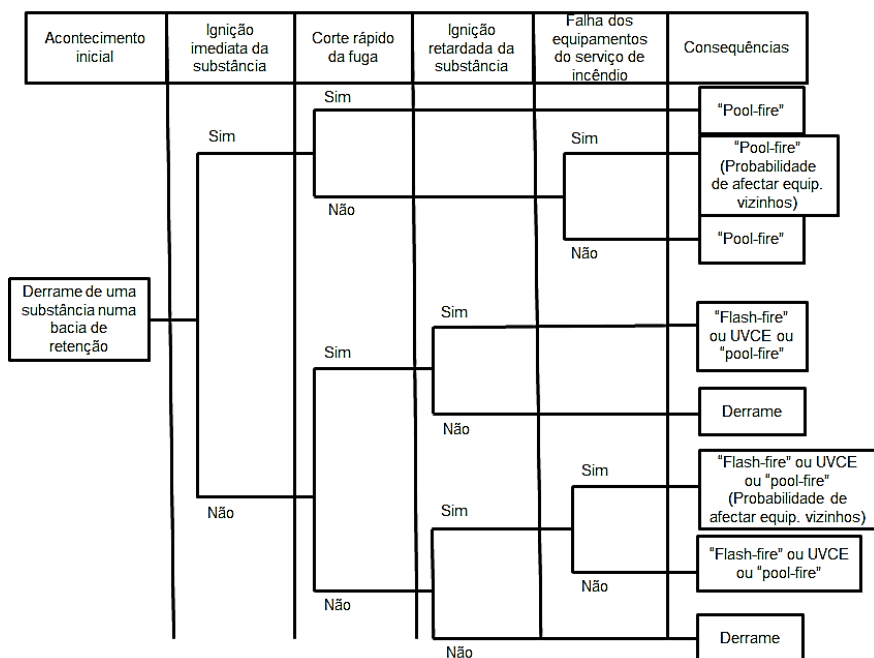
**Tabela 10** – Resumo dos grupos de inflamabilidade das substâncias consideradas e probabilidades de cenários de acidente para cada grupo

Substância inflamável	Descrição	Pii	Pir	Pbleve	Pjet	Pcharco	Pflashfire	Pexp
<b>F00</b>	Não inflamável	0,0065	0,894	0	0,0065	0,0065	0	0
<b>F01</b>	Líquido Inflamável	0,065	0,842	0	0,065	0,065	0,505	0,337
<b>F02</b>	Líquido Facilmente inflamável	0,1	0,81	0,7	0,1	0,1	0,486	0,324
<b>F03</b>	Gás pouco reactivo	0,04	0,864	0,7	0,04	0,04	0,518	0,346
<b>F04</b>	Gás Média-alta reactividade	0,5	0,45	0,7	0,5	0,5	0,27	0,18

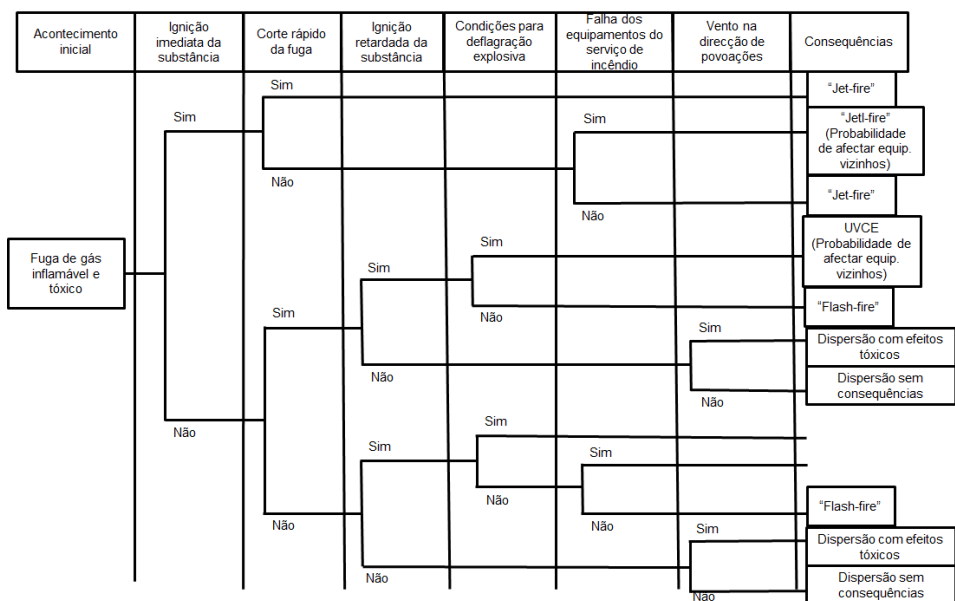
F00 – Fuelóleo e gasóleo; F02 – Cloreto de vinilo líquido; F04 – Cloreto de vinilo gás



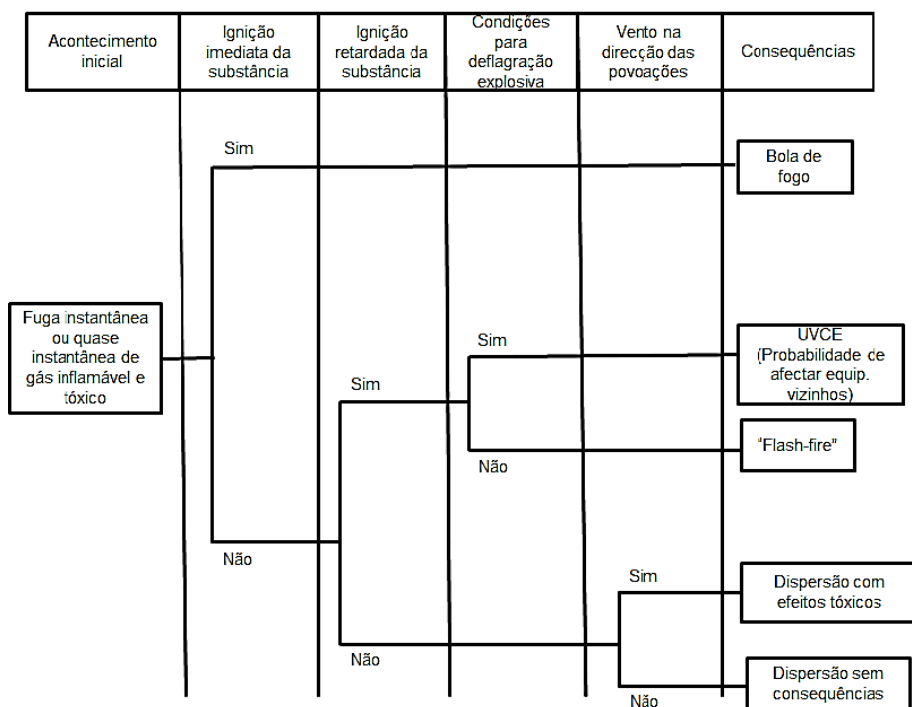
**Figura 1** – Esquema representativo dos diferentes comportamentos de uma substância devido a fuga.  
Adaptado de “Relatório de Segurança – CIRES (2012)”.



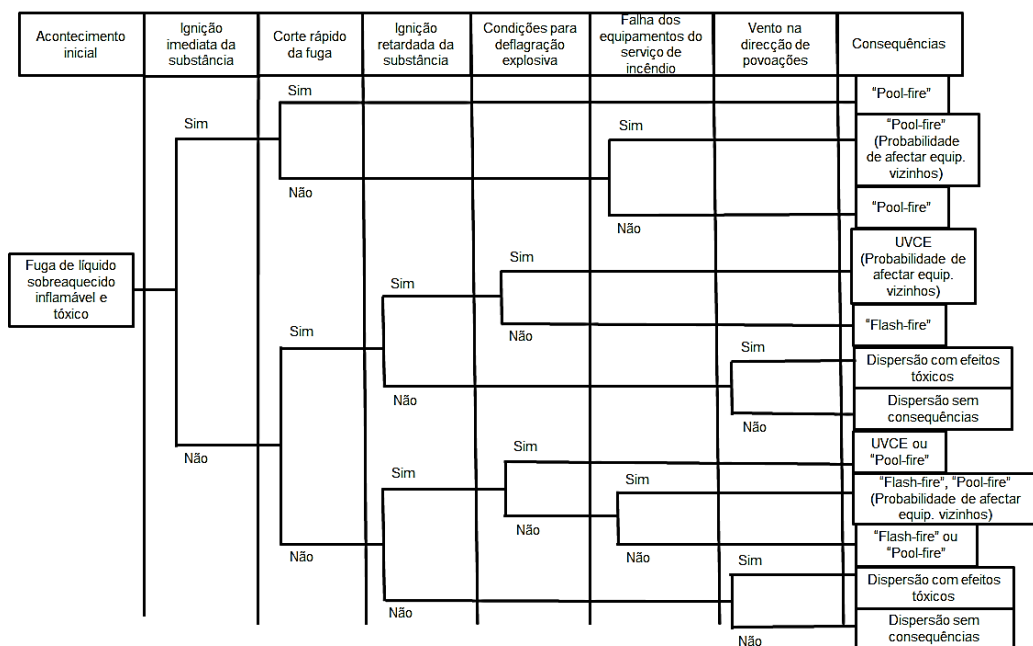
**Figura 2** – Esquema representativo da evolução possível de cenários de acidente, após o derrame de uma substância numa bacia de retenção.



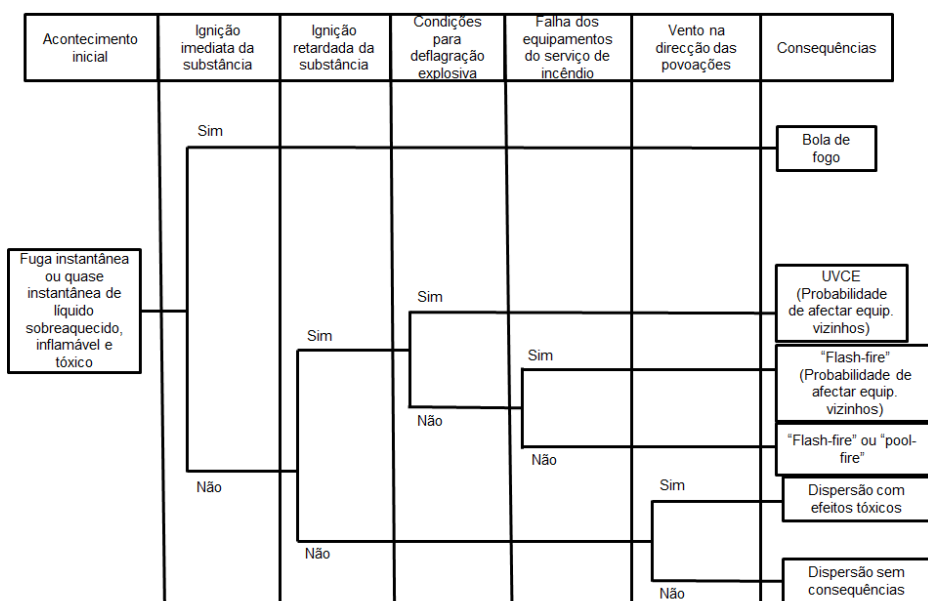
**Figura 3** – Esquema representativo da evolução possível de cenários de acidente, após a fuga de gás tóxico e inflamável.



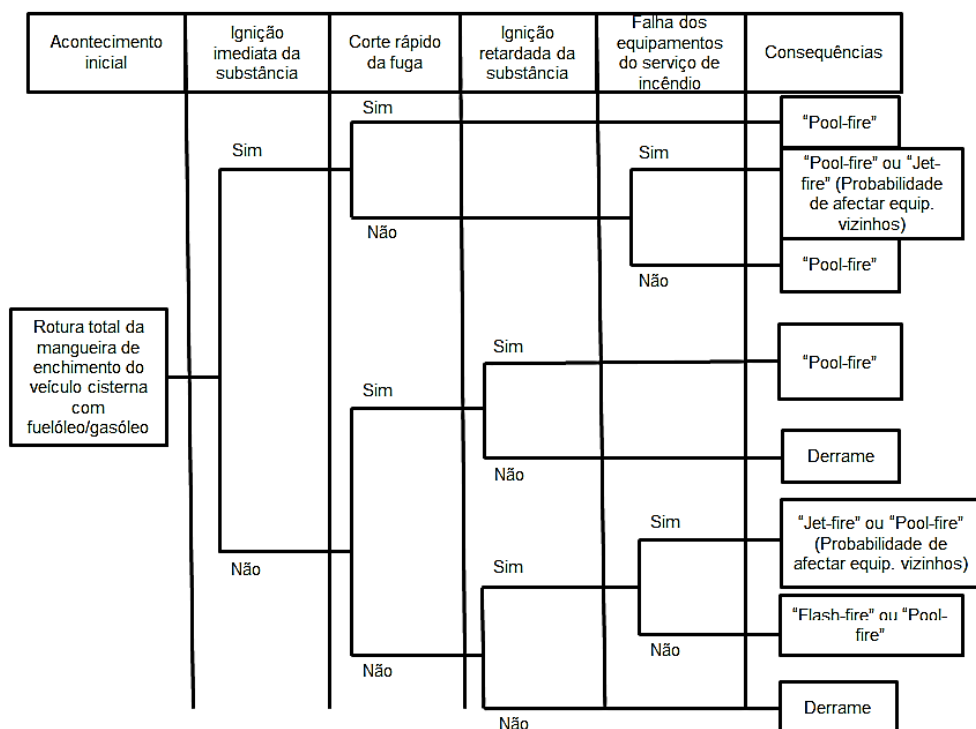
**Figura 4** – Esquema representativo da evolução possível de cenários de acidente, após fuga instantânea ou quase instantânea de gás inflamável e tóxico.



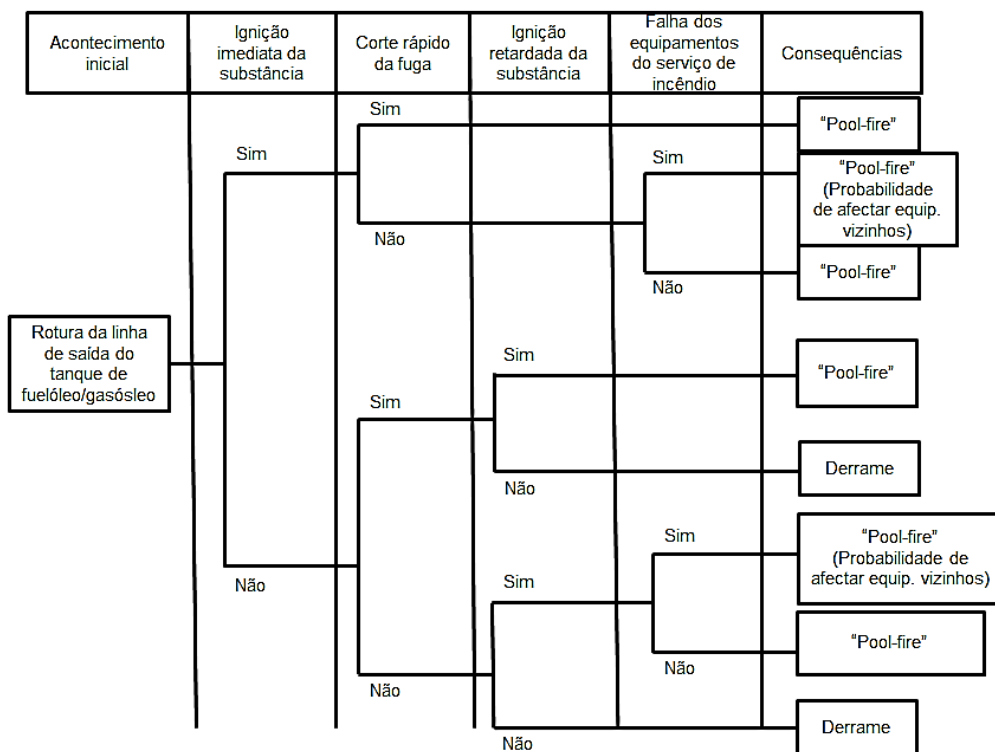
**Figura 5** – Esquema representativo da evolução possível de cenários de acidente, após fuga de líquido sobreaquecido inflamável e tóxico.



**Figura 6** – Esquema representativo da evolução possível de cenários de acidente, após fuga instantânea ou quase instantânea de líquido sobreaquecido inflamável e tóxico.



**Figura 7** – Esquema representativo da evolução possível de cenários de acidente, após rotura total da mangueira de enchimento do veículo cisterna com fuelóleo ou gasóleo.



**Figura 8** – Esquema representativo da evolução possível de cenários de acidente, após rotura da linha de saída do tanque de gasóleo ou fuelóleo.

**Tabela 11** – Classificação das categorias de gravidade das consequências para o ambiente.

<b>Classificação</b>	<b>Categoria</b>	<b>Índice</b>
Não significativo	0 a 5	0
Leves	5 a 7	1
Moderado	8 a 9	2
Relevante	10 a 12	3
Importante	13 a 14	4
Grave	15 a 16	5
Muito grave	17 a 18	6
Catastrófico	18 a 20	7

**Tabela 12** – Índices de gravidade sobre a envolvente natural, resultado da avaliação dos efeitos sobre o ambiente.

Nº Acid.	Acidente	Substância/ Quantidade (kg)	Superfície da água	Massa de água	Fundo da água	Litoral	Solo	Índice Global	Classificação	Meio afectado mais relevante
1	Rotura na linha de transferência de VCM desde a válvula XV-100 até os tanques de armazenagem TK-7301/n	VCL	0	0	0	12,4	0	12,4	Relevante	Litoral
		188340	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
2	Rotura do tanque de VCM TK-7301/01	VCL	0	0	0	11,6	0	11,6	Relevante	Litoral
		71530	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
3	Rotura na linha desde a PCV-104 até os tanques TK-7301/3 e 4	VCL	0	0	0	10,9	0	10,9	Relevante	Litoral
		34380	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
4	Rotura de um dos tanques de VCM TK-7301/3 e 4	VCL	0	0	0	11,6	0	11,6	Relevante	Litoral
		71530	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
5	Rotura na linha de	VCG	0	0	0	0	0	0	Não	-



Nº Acid.	Acidente	Substância/ Quantidade (kg)	Superfície da água	Massa de água	Fundo da água	Litoral	Solo	Índice Global	Classificação	Meio afectado mais relevante
	envio de VCM desde o gasómetro primário HL-7401 até os compressores	37,07	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo		significativo	
6	Rotura do gasómetro primário HL-7401	VCG	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		1853	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
7	Rotura na linha desde os compressores até o tanque TK-7401, incluindo a linha de condensação e ligação ao TK-7510	VCG	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		82680	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
8	Rotura do tanque TK-7501	VCL	10,3	0	0	12,6	0	12,6	Relevante	Litoral
		223802	Relevante	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
9	Rotura na linha desde o gasómetro secundário HL-7601 até a Unidade Polaris	VCG	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		5760	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
10	Rotura do gasómetro	VCG	0	0	0	0	0	0	Não	-

Nº Acid.	Acidente	Substância/ Quantidade (kg)	Superfície da água	Massa de água	Fundo da água	Litoral	Solo	Índice Global	Classificação	Meio afectado mais relevante
	secundário HL-7601	1853	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo		significativo	
11	Rotura na linha da Unidade Polaris desde a entrada no E- 01 até a entrada do HL-7401	VCL	0	0	0	8,7	0	8,7	Moderado	Litoral
		2742	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Moderado	Não significativo			
12	Rotura na linha da Unidade de Stripping de efluente líquido desde as linhas de chegada de efluentes até a válvula de saída do TK-7701	VCG	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		432	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
13	Rotura do tanque TK-7701	VCG	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		23	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
14	Rotura na linha da	VCL	0	0	0	10,3	0	10,3	Relevante	Litoral

Nº Acid.	Acidente	Substância/ Quantidade (kg)	Superfície da água	Massa de água	Fundo da água	Litoral	Solo	Índice Global	Classificação	Meio afectado mais relevante
	Unidade de Stripping de Efluentes Líquidos desde a válvula de saída do TK-7701 até os decantadores gravíticos TK-8102/n e gasómetro secundário HL-7601	17160	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
15	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS2 desde o tanque TK-7301/n até o tanque medidor TK-2201	VCL	0	0	0	10,9	0	10,9	Relevante	Litoral
		34380	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
16	Rotura do tanque medidor TK-2201	VCL	0	0	0	11,5	0	11,5	Relevante	Litoral
		66868	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
17	Rotura na linha desde o tanque medidor TK-2201 até o PL-2201/n	VCL	0	0	0	10,6	0	10,6	Relevante	Litoral
		22020	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
18	Rotura do reactor PL-	VCL	0	0	0	11,9	0	11,9	Relevante	Litoral

Nº Acid.	Acidente	Substância/ Quantidade (kg)	Superfície da água	Massa de água	Fundo da água	Litoral	Solo	Índice Global	Classificação	Meio afectado mais relevante
	2201/n	107900	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
19	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores PL- 2201/n desde os mesmos até a entrada do HL-7401	VCG	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		1800	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
20	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábricas PE desde o tanque TK- 7301/n até o reactor PL-3201/n, incluindo TK-A200.	VCL	0	0	0	9,1	0	9,1	Moderado	Litoral
		4320	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Moderado	Não significativo			
21	Rotura de um dos reactores PL-3201/n.	VCL	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		1800	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
22	Rotura na linha de	VCG	0	0	0	0	0	0	Não	-

Nº Acid.	Acidente	Substância/ Quantidade (kg)	Superfície da água	Massa de água	Fundo da água	Litoral	Solo	Índice Global	Classificação	Meio afectado mais relevante
	recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos, passando pela coluna CL-3301 até o gasómetro HL-7401.	1800	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo		significativo	
23	Rotura na linha de Stripping Latex desde o TK-3451/n até o gasómetro HL-7401.	VCG	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		66	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
24	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS1, desde o tanque TK-7301/n até o medidor TK-1201.	VCL	0	0	0	9,4	0	9,4	Moderado	Litoral
		5802	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Moderado	Não significativo			
25	Rotura do tanque medidor TK-1201.	VCL	0	0	0	10,2	0	10,2	Relevante	Litoral
		14000	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo			
26	Rotura na linha de	VCL	0	0	0	8,6	0	8,6	Moderado	Litoral

Nº Acid.	Acidente	Substância/ Quantidade (kg)	Superfície da água	Massa de água	Fundo da água	Litoral	Solo	Índice Global	Classificação	Meio afectado mais relevante
	carga do reactor PL-1201/n desde o tanque medidor TK-1201 até o PL-1201/n.	2300	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Moderado	Não significativo			
27	Rotura do reactor PL-1201/n	VCL	0	0	0	8,6	0	8,6	Moderado	Litoral
		2300	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Moderado	Não significativo			
28	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos até a entrada do HL-7401, pelo ciclone UP-36.	VCG	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		258	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
29	Rotura do gasómetro primário HL-7401, com combustão parcial do VCM e formação de HCl	HCL	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		1082	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
30	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Fuelóleo	Fuel Óleo	0	0	10,3	0	0	10,3	Relevante	Fundo da água
		244,8	Não significativo	Não significativo	Relevante	Não significativo	Não significativo			
31	Rotura de tubagem	Fuel Óleo	0	11,2	14,3	0	8,7	14,3	Importante	Fundo da

Nº Acid.	Acidente	Substância/ Quantidade (kg)	Superfície da água	Massa de água	Fundo da água	Litoral	Solo	Índice Global	Classificação	Meio afectado mais relevante
	de alimentação do tanque de Fuelóleo	26880	Não significativo	Relevante	Importante	Não significativo	Moderado			água
32	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Gasóleo	Gasóleo	0	0	0	0	0	0	Não significativo	-
		211,2	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo	Não significativo			
33	Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Gasóleo	Gasóleo	11,3	8,2	0	13	6,7	13	Relevante	Litoral
		13000	Relevante	Moderado	Não significativo	Relevante	Leves			

**Tabela 13** – Distâncias entre equipamentos/instalações da CIRES e outros estabelecimentos industriais vizinhos e áreas residenciais.

<b>Localização dos cenários (m)</b>	<b>Exterior estabelecimento (m)</b>	<b>Outras Indústrias (m)</b>	<b>Exterior estabelecimento áreas residenciais (m)</b>	<b>Exterior estabelecimento áreas residenciais com grande população (m)</b>
Linha Produção PS1 (1)	108	165	729	1780
Linha de Produção PE (2)	85	150	716	1790
Stripping PVC-E (3)	168	225	695	1826
Tanques Fuel (4)	24	572	639	1940
Tanques de VCM (5)	168	242	625	1794
Linha Produção PS2 (6)	110	190	672	1726
Gasómetro de VC (7)	126	230	614	1769
Tratamento Efluentes (8)	125	260	594	1796



**Tabela 14** – Equipamentos/instalações afectadas por efeito dominó, no caso de explosão com sobrepressão superior a 300 mbar, para cada um dos acidentes indicados.

Nº Acidente	Acidente	Alcance Explosão 300 mbar (m)	Efeito Dominó outras inst. da unidade industrial da Cires	Efeito Dominó outros Estab. Industriais vizinhos
1	Rotura na linha de transf. de VCM desde a XV-100 até aos TK-7301/n	145	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	-
2	Rotura do tanque de VCM TK-7301/01	180	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	-
3	Rotura na linha desde a PCV-104 até os tanques TK-7301/3 e 4	93	3, 5, 6, 7, 8	-
4	Rotura de um dos tanques de VCM TK-7301/3 e 4	334	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Instalação CUF
5	Rotura na linha de envio de VCM desde o gasómetro primário HL-7401 até os compressores	-	-	-
6	Rotura do gasómetro primário HL-7401	84	3, 5, 6, 7, 8	-
7	Rotura na linha desde os compressores até o tanque TK-7401, incluindo a linha de condensação e ligação ao TK-7510	81	3, 5, 6, 7, 8	-
8	Rotura do tanque TK-7501	334	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Instalação CUF
9	Rotura na linha desde o gasómetro secundário HL-7601 até a Unidade Polaris	17	8	-
10	Rotura do gasómetro secundário HL-7601	84	3, 5, 6, 7, 8	-
11	Rotura na linha da Unidade Polaris desde a entrada no E-01 até a entrada do HL-7401	17	4	-

Nº Acidente	Acidente	Alcance Explosão 300 mbar (m)	Efeito Dominó outras inst. da unidade industrial da Cires	Efeito Dominó outros Estab. Industriais vizinhos
12	Rotura na linha da Unidade de <i>Stripping</i> de efluente líquido até a válvula de saída do TK-7701	13	8	-
13	Rotura do tanque TK-7701	19	8	-
14	Rotura na linha da Unidade de <i>Stripping</i> de Efluentes Líquidos desde a válvula de saída do TK-7701 até os decantadores gravíticos TK-8102/n e gasómetro secundário HL-7601	82	3, 5, 6, 7, 8	-
15	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS2 desde o tanque TK-7301/n até o tanque medidor TK-2201	93	3, 5, 6, 7, 8	-
16	Rotura do tanque medidor TK-2201	95	3, 5, 6, 7, 8	-
17	Rotura na linha desde o tanque medidor TK-2201 até o PL-2201/n	39	6, 7	-
18	Rotura do rector PL-2201/n	198	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Instalação CUF
19	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores PL-2201/n desde os mesmos até a entrada do HL-7401	82	1, 3, 5, 6, 7, 8	-
20	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábricas PE desde o tanque TK-7301/n até o rector PL-3201/n, incluindo TK-A200.	14	2	-
21	Rotura de um dos reactores PL-3201/n.	45	1, 2	-

Nº Acidente	Acidente	Alcance Explosão 300 mbar (m)	Efeito Dominó outras inst. da unidade industrial da Cires	Efeito Dominó outros Estab. Industriais vizinhos
22	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos, passando pela coluna CL-3301 até o gasómetro HL-7401.	14	2	-
23	Rotura na linha de <i>Stripping</i> Latex desde o TK-3451/n até o gasómetro HL-7401.	-	-	-
24	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS1, desde o tanque TK-7301/n até o medidor TK-1201.	44	1, 2	-
25	Rotura do tanque medidor TK-1201.	131	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	
26	Rotura na linha de carga do rector PL-1201/n desde o tanque medidor TK-1201 até o PL-1201/n.	150	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	Instalação CUF
27	Rotura do rector PL-1201/n	47	1, 2	-
28	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos até a entrada do HL-7401, pelo ciclone UP-36.	-	-	-
29	Rotura do gasómetro primário HL-7401, com combustão parcial do VCM e formação de HCl	-	-	-
30	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Fuelóleo	-	-	-
31	Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Fuelóleo	-	-	-

<b>Nº Acidente</b>	<b>Acidente</b>	<b>Alcance Explosão 300 mbar (m)</b>	<b>Efeito Dominó outras inst. da unidade industrial da Cires</b>	<b>Efeito Dominó outros Estab. Industriais vizinhos</b>
32	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Gasóleo	-	-	-
33	Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Gasóleo	-	-	-

**Tabela 15** – Equipamentos/instalações afectadas por efeito dominó, no caso de libertação de radiação superior a 12,5 kW/m<sup>2</sup> dando origem a fenómenos de BLEVE, Jet-fire ou Pool-fire, para cada um dos acidentes indicados.

Nº Acid.	Acidente	Alcance BLEVE (m)	Alcance Jet Fire (m)	Alcance Pool Fire (m)	Efeito Dominó outras inst. da unidade industrial da Cires	Efeito Dominó outros Estab. Industriais vizinhos
1	Rotura na linha de transf. de VCM desde a XV-100 até aos TK-7301/n	-	249	58	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	-
2	Rotura do tanque de VCM TK-7301/01	115	-	-	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	-
3	Rotura na linha desde a PCV-104 até os tanques TK-7301/3 e 4	-	120	58	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	-
4	Rotura de um dos tanques de VCM TK-7301/3 e 4	116	-	-	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	-
5	Rotura na linha de envio de VCM desde o gasómetro primário HL-7401 até os compressores	-	-	-	-	-
6	Rotura do gasómetro primário HL-7401	-	-	-	-	-
7	Rotura na linha desde os compressores até o tanque TK-7401, incluindo a linha de condensação e ligação ao TK-7510	-	113	-	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	-
8	Rotura do tanque TK-7501	116	-	-	3, 5, 6, 7, 8	-
9	Rotura na linha desde o gasómetro secundário HL-7601 até a Unidade Polaris	-	46	-	5, 7, 8	-

Nº Acid.	Acidente	Alcance BLEVE (m)	Alcance Jet Fire (m)	Alcance Pool Fire (m)	Efeito Dominó outras inst. da unidade industrial da Cires	Efeito Dominó outros Estab. Industriais vizinhos
10	Rotura do gasómetro secundário HL-7601	-	-	-	-	-
11	Rotura na linha da Unidade Polaris desde a entrada no E-01 até a entrada do HL-7401	-	-	40	5, 7, 8	-
12	Rotura na linha da Unidade de <i>Stripping</i> de efluente líquido até a válvula de saída do TK-7701	-	-	-	-	-
13	Rotura do tanque TK-7701.	-	-	-	-	-
14	Rotura na linha da Unidade de <i>Stripping</i> de Efluentes Líquidos desde a válvula de saída do TK-7701 até os decantadores gravíticos TK-8102/n e gasómetro secundário HL-7601	-	88	43	5, 6, 7, 8	-
15	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS2 desde o tanque TK-7301/n até o tanque medidor TK-2201	-	120	58	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	-
16	Rotura do tanque medidor TK-2201	-	120	58	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	-
17	Rotura na linha desde o tanque medidor TK-2201 até o PL-2201/n	-	83	17	1, 2, 3, 6, 7, 8	-
18	Rotura do reactor PL-2201/n	195	-	-	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Instalação CUF

Nº Acid.	Acidente	Alcance BLEVE (m)	Alcance Jet Fire (m)	Alcance Pool Fire (m)	Efeito Dominó outras inst. da unidade industrial da Cires	Efeito Dominó outros Estab. Industriais vizinhos
19	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores PL-2201/n desde os mesmos até a entrada do HL-7401	41	145	16	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	-
20	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábricas PE desde o tanque TK-7301/n até o reactor PL-3201/n, incluindo TK-A200.	-	40	-	1, 2, 5	-
21	Rotura de um dos reactores PL-3201/n.	37	-	-	1, 2, 5	-
22	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos, passando pela coluna CL-3301 até o gasómetro HL-7401.	-	45	-	2, 5	-
23	Rotura na linha de <i>Stripping</i> Latex desde o TK-3451/n até o gasómetro HL-7401.	-	-	-	-	-
24	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS1, desde o tanque TK-7301/n até o medidor TK-1201.	-	55	17	1, 2	-
25	Rotura do tanque medidor TK-1201.	23	-	-	1, 2	-
26	Rotura na linha de carga do reactor PL-1201/n desde o tanque medidor TK-1201 até o PL-1201/n.	51	227	42	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Instalação CUF

<b>Nº Acid.</b>	<b>Acidente</b>	<b>Alcance BLEVE (m)</b>	<b>Alcance Jet Fire (m)</b>	<b>Alcance Pool Fire (m)</b>	<b>Efeito Dominó outras inst. da unidade industrial da Cires</b>	<b>Efeito Dominó outros Estab. Industriais vizinhos</b>
27	Rotura do reaktor PL-1201/n	51	-	-	1, 2	-
28	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos até a entrada do HL-7401, pelo ciclone UP-36.	-	-	-	-	-
29	Rotura do gasómetro primário HL-7401, com combustão parcial do VCM e formação de HCl	-	-	-	-	-
30	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Fuelóleo	-	4	26	4	-
31	Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Fuelóleo	-	5	92	4	-
32	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Gasóleo	-	-	24	4	-
33	Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Gasóleo	-	7	37	4	-



**Tabela 16** – Categorias de frequência e respectiva base quantitativa.

<b>Categorias de Frequências</b>	<b>Definição Qualitativa</b>	<b>Definição Quantitativa</b>
A	Muito frequente	$\geq 1$
B	Frequente	entre 1.E-01 e 9.99E-01
C	Relativamente frequente	entre 1.E-02 e 9.99E-02
D	Pouco Frequente	entre 1.E-03 e 9.99E-03
E	Ocasional	entre 1.E-04 e 9.99E-04
F	Pouco provável	entre 1.E-05 e 9.99E-05
G	Improvável	entre 1.E-06 e 9.99E-06
H	Quase Impossível	$\leq 9.99E-07$

**Tabela 17** – Matriz de risco para a classificação dos riscos associados aos cenários de acidente identificados.

Valoração das consequências para o ambiente	ano <sup>-1</sup>	Muito Frequente	Frequente	Relativamente frequente	Pouco Frequente	Ocasional	Pouco provável	Improvável	Quase impossível
		1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>
	Índices	A	B	C	D	E	F	G	H
1 - 4	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0	G0	H0
5 - 7	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1
8 - 9	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2
10 - 12	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	H3
13 - 14	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4
15 - 16	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	H5
17 - 18	6	A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6	H6
19 - 20	7	A7	B7	C7	D7	E7	F7	G7	H7

**Tabela 18** – Avaliação do risco de cenários de acidente identificados nas instalações da CIRES.

Nº Acid.	Acidente	BLEVE	Jet-fire	Pool-fire	Flash-fire	Sobre-pressão	Efeitos tóxicos	Efeitos sobre o ambiente	Conclusão
1	Rotura na linha de transferência de VCM desde a válvula XV-100 até os tanques de armazenagem TK-7301/n	-	H5	H3	H5	H4	H6	H3	RISCO ACEITÁVEL
2	Rotura do tanque de VCM TK-7301/01	-	-	-	H5	H5	H3	H3	RISCO ACEITÁVEL
3	Rotura na linha desde a PCV-104 até os tanques TK-7301/3 e 4	-	G3	G3	G3	G3	G5	F3	RISCO ACEITÁVEL
4	Rotura de um dos tanques de VCM TK-7301/3 e 4	-	-	-	H6	H5	H4	H3	RISCO ACEITÁVEL
5	Rotura na linha de envio de VCM desde o gasómetro primário HL-7401 até os compressores	-	F0	-	-	-	G0	F0	RISCO ACEITÁVEL
6	Rotura do gasómetro primário HL-7401	G3	-	-	G3	H3	H1	G0	RISCO ACEITÁVEL
7	Rotura na linha desde os compressores até o tanque TK-7401, incluindo a linha de condensação e ligação ao TK-7510	-	F4	-	G4	G3	G3	F0	RISCO ACEITÁVEL
8	Rotura do tanque TK-7501	-	-	-	H6	H5	H4	H3	RISCO ACEITÁVEL

Nº Acid.	Acidente	BLEVE	Jet-fire	Pool-fire	Flash-fire	Sobre-pressão	Efeitos tóxicos	Efeitos sobre o ambiente	Conclusão
9	Rotura na linha desde o gasómetro secundário HL-7601 até a Unidade Polaris	G0	G3	-	H3	H3	H0	G0	RISCO ACEITÁVEL
10	Rotura do gasómetro secundário HL-7601	G3	-	-	G3	H3	H1	G0	RISCO ACEITÁVEL
11	Rotura na linha da Unidade Polaris desde a entrada no E-01 até a entrada do HL-7401	-	G0	G3	F3	G3	G3	F2	RISCO ACEITÁVEL
12	Rotura na linha da Unidade de Stripping de efluente líquido desde as linhas de chegada de efluentes até a válvula de saída do TK-7701	-	G3	-	G3	G2	H3	G0	RISCO ACEITÁVEL
13	Rotura do tanque TK-7701	G0	-	-	G3	H3	H0	G0	RISCO ACEITÁVEL
14	Rotura na linha da Unidade de Stripping de Efluentes Líquidos desde a válvula de saída do TK-7701 até os decantadores gravíticos TK-8102/n e gasómetro secundário HL-7601	-	H3	H3	H3	H3	H5	G3	RISCO ACEITÁVEL

Nº Acid.	Acidente	BLEVE	Jet-fire	Pool-fire	Flash-fire	Sobre-pressão	Efeitos tóxicos	Efeitos sobre o ambiente	Conclusão
15	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS2 desde o tanque TK-7301/n até o tanque medidor TK-2201	-	G4	G3	G4	G3	G5	F3	RISCO ACEITÁVEL
16	Rotura do tanque medidor TK-2201	-	H4	H3	H4	H3	H4	H3	RISCO ACEITÁVEL
17	Rotura na linha desde o tanque medidor TK-2201 até o PL-2201/n	-	H3	H3	G3	G3	H5	G3	RISCO ACEITÁVEL
18	Rotura do reactor PL-2201/n	-	-	-	H5	H5	H1	H3	RISCO ACEITÁVEL
19	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores PL-2201/n desde os mesmos até a entrada do HL-7401	G3	G4	G2	H4	H3	H0	G0	RISCO ACEITÁVEL
20	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábricas PE desde o tanque TK-7301/n até o reactor PL-3201/n, incluindo TK-A200.	-	H3	-	G2	G2	H0	G2	RISCO ACEITÁVEL
21	Rotura de um dos reactores PL-3201/n.	-	-	-	H3	H3	H0	H0	RISCO ACEITÁVEL

Nº Acid.	Acidente	BLEVE	Jet-fire	Pool-fire	Flash-fire	Sobre-pressão	Efeitos tóxicos	Efeitos sobre o ambiente	Conclusão
22	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos, passando pela coluna CL-3301 até o gasómetro HL-7401.	-	F3	-	G3	G3	G0	F0	RISCO ACEITÁVEL
23	Rotura na linha de Stripping Latex desde o TK-3451/n até o gasómetro HL-7401.	-	F0	-	-	-	G3	F0	RISCO ACEITÁVEL
24	Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS1, desde o tanque TK-7301/n até o medidor TK-1201.	-	G3	G3	F3	G3	G3	F2	RISCO ACEITÁVEL
25	Rotura do tanque medidor TK-1201.	-	-	-	H5	H4	H2	H3	RISCO ACEITÁVEL
26	Rotura na linha de carga do reaktor PL-1201/n desde o tanque medidor TK-1201 até o PL-1201/n.	-	G5	G3	G5	G4	G3	F2	RISCO ACEITÁVEL
27	Rotura do reaktor PL-1201/n	-	-	-	H3	H3	H0	H2	RISCO ACEITÁVEL
28	Rotura na linha de recuperação de VCG dos reactores desde os mesmos até a entrada do HL-7401, pelo ciclone	-	F0	-	G5	-	G3	F0	RISCO ACEITÁVEL

Nº Acid.	Acidente	BLEVE	Jet-fire	Pool-fire	Flash-fire	Sobre-pressão	Efeitos tóxicos	Efeitos sobre o ambiente	Conclusão
	UP-36.								
29	Rotura do gasómetro primário HL-7401, com combustão parcial do VCM e formação de HCl	-	-	-	-	-	H5	G0	RISCO ACEITÁVEL
30	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Fuelóleo	-	G2	G3	-	-	-	E3	RISCO ACEITÁVEL
31	Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Fuelóleo	-	H2	H4	-	-	-	G4	RISCO ACEITÁVEL
32	Rotura de mangueira descarga de cisterna de Gasóleo	-	G0	G4	-	-	-	E0	RISCO ACEITÁVEL
33	Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Gasóleo	-	H2	H4	-	-	-	G3	RISCO ACEITÁVEL

**Tabela 19** – Matriz de risco global para todo o tipo de eventos.

Valoração das consequências para o ambiente	ano <sup>-1</sup>	Muito Frequente	Frequente	Relativamente frequente	Pouco Frequente	Ocasional	Pouco provável	Improvável	Quase impossível
		1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>
	Índices	A	B	C	D	E	F	G	H
1 - 5	0	0	0	0	0	1	8	13	7
5 - 7	1	0	0	0	0	0	0	0	3
8 - 9	2	0	0	0	0	0	3	6	4
10 - 12	3	0	0	0	0	1	5	36	29
13 - 14	4	0	0	0	0	0	1	7	10
15 - 16	5	0	0	0	0	0	0	5	12
17 - 18	6	0	0	0	0	0	0	0	3
19 - 20	7	0	0	0	0	0	0	0	0



# **ANEXO IV**

**FICHAS DE CENÁRIOS DE ACIDENTE**

Nº ACIDENTE 1			
Rotura na linha de transferência de VCM desde a válvula XV-100 até os tanques de armazenagem TK-7301/n			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob base do acidente: 3 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 3			
Prob. do acidente: 9 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	9 E-8
Pool fire	0,1	Pool fire	9 E-8
Flashfire	0,486	Flashfire	4,374 E-7
Explosão	0,324	Explosão	2,916 E-7
Toxicidade	9 E-2	Toxicidade	8,1 E-8

Nº ACIDENTE 2			
Rotura do tanque de VCM TK-7301/01			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 5			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 1			
Prob. do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,486	Flashfire	4,86 E-8
Explosão	0,324	Explosão	3,24 E-8
Toxicidade	0,1	Toxicidade	1 E-8

Nº ACIDENTE 3			
Rotura na linha desde a PCV-104 até os tanques TK-7301/3 e 4			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 3 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 50			
Prob. do acidente: 1,5 E-5 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	0,0000015
Pool fire	0,1	Pool fire	0,0000015
Flashfire	0,486	Flashfire	7,3 E-6
Explosão	0,324	Explosão	4,86 E-6
Toxicidade	9 E-2	Toxicidade	1,35 E-6

Nº ACIDENTE 4			
Rotura de um dos tanques de VCM TK-7301/3 e 4			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, falha de soldadura. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 5			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 1			
Prob. do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,486	Flashfire	4,86 E-8
Explosão	0,324	Explosão	3,24 E-8
Toxicidade	0,1	Toxicidade	1 E-8

<b>Nº ACIDENTE 5</b>			
Rotura na linha de envio de VCM desde o gasómetro primário HL-7401 até os compressores			
<b>CAUSAS</b>			
Corrosão, falha de soldadura. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Jet Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
Probabilidade base do acidente: 1 E-6 (m*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 60			
Probabilidade do acidente: 6 E-5 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,5	Jet flame	3 E-5
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0	Flashfire	0
Explosão	0	Explosão	0
Toxicidade	5 E-2	Toxicidade	3 E-6

<b>Nº ACIDENTE 6</b>			
Rotura do Gasómetro Primário HL-7401			
<b>CAUSAS</b>			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na esfera.  Rotura violenta por colisão de equipamentos móveis Fadiga de material, tensões térmicas.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 3</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Bleve Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
Prob. base do acidente: 5 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 1			
Prob. do acidente: 5 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0,7	BLEVE	3,5 E-6
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,27	Flashfire	1,35 E-6
Explosão	0,18	Explosão	9 E-7
Toxicidade	3 E-2	Toxicidade	1,5 E-7

Nº ACIDENTE 7			
Rotura na linha desde os compressores até o tanque TK-7401, incluindo a linha de condensação e ligação ao TK-7510			
<b>CAUSAS</b>  Corrosão, impacto externo, falha de soldadura.  Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 2			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>  Jet Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 1 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 200			
Prob. do acidente: 2 E-5 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,5	Jet flame	1 E-5
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,27	Flashfire	0,0000054
Explosão	0,18	Explosão	3,6 E-6
Toxicidade	5 E-2	Toxicidade	1 E-6

Nº ACIDENTE 8			
Rotura do tanque TK-7501			
<b>CAUSAS</b>  Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.  Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 5			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>  Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 1			
Prob. do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,486	Flashfire	4,86 E-8
Explosão	0,324	Explosão	3,24 E-8
Toxicidade	0,1	Toxicidade	1 E-8

Nº ACIDENTE 9			
Rotura na linha desde o Gasómetro secundário HL-7601 até a Unidade Polaris			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.  Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 2			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>  Bleve Jet Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 1 E-8 (m*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 30			
Prob. do acidente: 3 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0,7	BLEVE	2,1 E-6
Jet flame	0,5	Jet flame	0,0000015
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,27	Flashfire	8,1 E-7
Explosão	0,18	Explosão	5,4 E-7
Toxicidade	3 E-2	Toxicidade	9 E-8

Nº ACIDENTE 10			
Rotura do Gasómetro secundário HL-7601			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.  Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 3			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>  Bleve Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 5 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 1			
Prob. do acidente: 5 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0,7	BLEVE	3,5 E-6
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,27	Flashfire	1,35 E-6
Explosão	0,18	Explosão	9 E-7
Toxicidade	3 E-2	Toxicidade	1,5 E-7

<b>Nº ACIDENTE 11</b>			
<b>Rotura na linha da unidade Polaris desde a entrada no E-01 até a entrada do HL-7401</b>			
<b>CAUSAS</b>			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 1 E-6 (m*ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 25			
<b>Prob. do acidente:</b> 2,5 E-5 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probablilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	2,5 E-6
Pool fire	0,1	Pool fire	2,5 E-6
Flashfire	0,486	Flashfire	1,215 E-5
Explosão	0,324	Explosão	8,1 E-6
Toxicidade	9 E-2	Toxicidade	2,25 E-6

<b>Nº ACIDENTE 12</b>			
<b>Rotura na linha da unidade de Stripping de efluente líquido desde as linhas de chegada de efluentes até a válvula de saída do TK-7701</b>			
<b>CAUSAS</b>			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Jet Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 3 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 30			
<b>Prob. do acidente:</b> 9 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probablilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,5	Jet flame	4,5 E-6
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,27	Flashfire	0,00000243
Explosão	0,18	Explosão	1,62 E-6
Toxicidade	5 E-2	Toxicidade	4,5 E-7

<p align="center"><b>Nº ACIDENTE 13</b></p> <p align="center"><b>Rotura do tanque TK-7701</b></p>			
<p align="center"><b>CAUSAS</b></p> <p>Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.</p> <p>Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.</p>			
<p align="center"><b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 5</b></p>			
<p align="center"><b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b></p> <p align="center">Bleve Flashfire Explosão Toxicidade</p>			
<p align="center"><b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b></p>			
<p><b>Prob. base do acidente:</b> 5 E-6 (ano)<sup>-1</sup></p>			
<p><b>Unidades Estimadas:</b> 1</p>			
<p><b>Prob. do acidente:</b> 5 E-6 (ano)<sup>-1</sup></p>			
<p align="center"><b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b></p>		<p align="center"><b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b></p>	
BLEVE	0,7	BLEVE	3,5 E-6
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,27	Flashfire	1,35 E-6
Explosão	0,18	Explosão	9 E-7
Toxicidade	3 E-2	Toxicidade	1,5 E-7

<p align="center"><b>Nº ACIDENTE 14</b></p> <p align="center"><b>Rotura na linha da Unidade de Stripping de Efluentes Líquidos desde a válvula de saída do TK-7701 até os decantadores gravíticos TK-8102/n e Gasómetro secundário HL-7601</b></p>			
<p align="center"><b>CAUSAS</b></p> <p>Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.</p> <p>Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.</p>			
<p align="center"><b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4</b></p>			
<p align="center"><b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b></p> <p align="center">Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade</p>			
<p align="center"><b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b></p>			
<p><b>Prob. base do acidente:</b> 3 E-7 (m*ano)<sup>-1</sup></p>			
<p><b>Unidades Estimadas:</b> 5</p>			
<p><b>Prob. do acidente:</b> 0,0000015 (ano)<sup>-1</sup></p>			
<p align="center"><b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b></p>		<p align="center"><b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b></p>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	1,5 E-7
Pool fire	0,1	Pool fire	1,5 E-7
Flashfire	0,486	Flashfire	7,29 E-7
Explosão	0,324	Explosão	4,86 E-7
Toxicidade	9 E-2	Toxicidade	1,35 E-7



Nº ACIDENTE 15			
Rotura na linha da Unidade de Stripping de Efluentes Líquidos desde a válvula de saída do TK-7701 até os decantadores gravíticos TK-8102/n e Gasómetro secundário HL-7601			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>  Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 3 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 60			
<b>Prob. do acidente:</b> 0,000018 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	1,8 E-6
Pool fire	0,1	Pool fire	1,8 E-6
Flashfire	0,486	Flashfire	8,75 E-6
Explosão	0,324	Explosão	5,83 E-6
Toxicidade	9 E-2	Toxicidade	1,62 E-6

Nº ACIDENTE 16			
Rotura do tanque medidor TK-2201			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 5</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>  Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 1			
<b>Prob. do acidente:</b> 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	1 E-8
Pool fire	0,1	Pool fire	1 E-8
Flashfire	0,486	Flashfire	4,856 E-8
Explosão	0,324	Explosão	3,24 E-8
Toxicidade	9 E-2	Toxicidade	9 E-9

Nº ACIDENTE 17			
Rotura na linha desde o tanque medidor TK-2201 até o PL-2201/n			
CAUSAS			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.			
Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4			
POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS			
Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 3 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 30			
Prob. do acidente: 9 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	9 E-7
Pool fire	0,1	Pool fire	9 E-7
Flashfire	0,486	Flashfire	0,000004374
Explosão	0,324	Explosão	2,92 E-6
Toxicidade	9 E-2	Toxicidade	8,1 E-7

Nº ACIDENTE 18			
Rotura do reator PL-2201/n			
CAUSAS			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.			
Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 5			
POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS			
Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 1			
Prob. do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,486	Flashfire	4,86 E-8
Explosão	0,324	Explosão	3,24 E-8
Toxicidade	0,1	Toxicidade	1 E-8

<b>Nº ACIDENTE 19</b>			
Rotura na linha de recuperação de VCG dos reatores PL-2201/n desdes os mesmos até a entrada HL-7401			
<b>CAUSAS</b>			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.			
Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 2</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Bleve Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 1 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 35			
<b>Prob. do acidente:</b> 3,5 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0,7	BLEVE	2,45 E-6
Jet flame	0,5	Jet flame	0,00000175
Pool fire	0,5	Pool fire	0,00000175
Flashfire	0,27	Flashfire	9,45 E-7
Explosão	0,18	Explosão	6,3 E-7
Toxicidade	3 E-2	Toxicidade	1,05 E-7

<b>Nº ACIDENTE 20</b>			
Rotura na linha de expedição de VCL para as fábricas PE desde o tanque TK-7301/n até o reator PL-3201/n, incluindo TK-A200			
<b>CAUSAS</b>			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.			
Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Jet Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 3 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 20			
<b>Prob. do acidente:</b> 6 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	6 E-7
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,486	Flashfire	2,92 E-6
Explosão	0,324	Explosão	1,944 E-6
Toxicidade	9 E-2	Toxicidade	5,4 E-7

Nº ACIDENTE 21			
Rotura de um dos reatores PL-3201/n			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 5			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 1			
Prob. do acidente: 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,486	Flashfire	4,86 E-8
Explosão	0,324	Explosão	3,24 E-8
Toxicidade	0,1	Toxicidade	1 E-8

Nº ACIDENTE 22			
Rotura na linha de recuperação de VCG dos reatores desde os mesmos, passando pela coluna CL-3301 até o gasometro HL-7401			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 2			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Jet Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 3 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 70			
Prob. do acidente: 2,1 E-5 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,5	Jet flame	1,05 E-5
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,27	Flashfire	5,7 E-6
Explosão	0,18	Explosão	3,78 E-6
Toxicidade	5 E-2	Toxicidade	1,05 E-6

Nº ACIDENTE 23			
Rotura na linha de Stripping Latex desde o TK-3451/n até o gasometro HL-7401			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 2			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Jet Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 1 E-6 (m*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 25			
Prob. do acidente: 2,5 E-5 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,5	Jet flame	1,25 E-5
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0	Flashfire	0
Explosão	0	Explosão	0
Toxicidade	5 E-2	Toxicidade	1,25 E-6

Nº ACIDENTE 24			
Rotura na linha de expedição de VCL para a fábrica PS1, desde o tanque TK-7301/n até o medidor de TK-1201			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 1 E-6 (m*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 30			
Prob. do acidente: 3 E-5 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	3 E-6
Pool fire	0,1	Pool fire	3 E-6
Flashfire	0,486	Flashfire	1,458 E-5
Explosão	0,324	Explosão	9,72 E-6
Toxicidade	9 E-2	Toxicidade	2,7 E-6

<b>Nº ACIDENTE 25</b>			
<b>Rotura do tanque medidor TK-1201</b>			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 5</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 1			
<b>Prob. do acidente:</b> 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,486	Flashfire	4,86 E-8
Explosão	0,324	Explosão	3,24 E-8
Toxicidade	0,1	Toxicidade	1 E-8

<b>Nº ACIDENTE 26</b>			
<b>Rotura na linha de carga do reator PL-1201/n desde o tanque medidor TK-1201 até o PL-1201/n</b>			
<b>CAUSAS</b> Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção. Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 4</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b> Jet Poolfire Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 3 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 40			
<b>Prob. do acidente:</b> 0,000012 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,1	Jet flame	1,2 E-6
Pool fire	0,11	Pool fire	1,2 E-6
Flashfire	0,486	Flashfire	5,832 E-6
Explosão	0,324	Explosão	3,9 E-6
Toxicidade	0,1	Toxicidade	1,2 E-6

<b>Nº ACIDENTE 27</b>			
<b>Rotura do reator PL-1201/n</b>			
<b>CAUSAS</b>			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.			
Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 5</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Flashfire Explosão Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 1 E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 1			
<b>Prob. do acidente:</b> 1E-7 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,486	Flashfire	4,86 E-8
Explosão	0,324	Explosão	3,24 E-8
Toxicidade	1 E-2	Toxicidade	1 E-8

<b>Nº ACIDENTE 28</b>			
<b>Rotura na linha de recuperação de VCG dos reatores desde os mesmos até a entrada do HL-7401, pelo ciclone UP-36</b>			
<b>CAUSAS</b>			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na linha, falta de manutenção.			
Fadiga de material, tensões térmicas, erro de operação.			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 2</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Jet Flashfire Toxicidade			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 1 E-6 (m*ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 30			
<b>Prob. do acidente:</b> 3 E-5 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0,5	Jet flame	1,5 E-5
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0,27	Flashfire	8,1 E-6
Explosão	0	Explosão	0
Toxicidade	4,5 E-2	Toxicidade	1,5 E-6

Nº ACIDENTE 29			
Rotura do gasómetro primário HL-7401, com combustão parcial do VCM e formação de HCl			
CAUSAS			
Corrosão, impacto externo, falha de soldadura, sobrepressão na esfera.			
Rotura violenta por colisão de equipamentos móveis Fadiga de material, tensões térmicas.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: -			
POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS			
Toxicidade			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 5 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 1			
Prob. do acidente: 5 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	0	Jet flame	0
Pool fire	0	Pool fire	0
Flashfire	0	Flashfire	0
Explosão	0	Explosão	0
Toxicidade	0,1	Toxicidade	5 E-7

Nº ACIDENTE 30			
Rotura de mangueira descarga de cisterna de Fuelóleo			
CAUSAS			
Mau acoplamento da Válvula de enchimento. Ligação braço-viatura deficiente.			
Fugas ao longo do braço de enchimento. Perdas por juntas e outros acessórios. Falha de manutenção.			
ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 6			
POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS			
Jet Poolfire			
PROBABILIDADES ESTIMADAS			
Prob. base do acidente: 4 E-6 (h*ano) <sup>-1</sup>			
Unidades Estimadas: 104			
Prob. do acidente: 4,16 E-4 (ano) <sup>-1</sup>			
Probabilidade base dos cenários acidentais:		Probabilidade dos cenários acidentais (ano <sup>-1</sup> ):	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	6,5 E-3	Jet flame	2,7 E-6
Pool fire	6,5 E-3	Pool fire	2,7 E-6
Flashfire	0	Flashfire	0
Explosão	0	Explosão	0
Toxicidade	0	Toxicidade	0



<b>Nº ACIDENTE 31</b>			
<b>Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Fuelóleo</b>			
<b>CAUSAS</b>			
Tubagens abertas/flanges mal apertadas. Perdas por juntas e outros acessórios. Falha de manutenção			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 7</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Jet Poolfire			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 3 E-7 (m*ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 20			
<b>Prob. do acidente:</b> 6 E-6 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probablilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	6,5 E-3	Jet flame	3,9 E-8
Pool fire	6,5 E-3	Pool fire	3,9 E-8
Flashfire	0	Flashfire	0
Explosão	0	Explosão	0
Toxicidade	0	Toxicidade	0

<b>Nº ACIDENTE 32</b>			
<b>Rotura de mangueira descarga de cisterna de Gasóleo</b>			
<b>CAUSAS</b>			
Mau acoplamento da Válvula de enchimento. Ligação braço-viatura deficiente. Fugas ao longo do braço de enchimento. Perdas por juntas e outros acessórios. Falha de manutenção			
<b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 6</b>			
<b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b>			
Jet Poolfire			
<b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b>			
<b>Prob. base do acidente:</b> 4 E-6 (h*ano) <sup>-1</sup>			
<b>Unidades Estimadas:</b> 52			
<b>Prob. do acidente:</b> 2,08 E-4 (ano) <sup>-1</sup>			
<b>Probablilidade base dos cenários acidentais:</b>		<b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	6,5 E-3	Jet flame	1,35 E-6
Pool fire	6,5 E-3	Pool fire	1,35 E-6
Flashfire	0	Flashfire	0
Explosão	0	Explosão	0
Toxicidade	0	Toxicidade	0

<p align="center"><b>Nº ACIDENTE 33</b></p> <p align="center"><b>Rotura de tubagem de alimentação do tanque de Gasóleo</b></p>			
<p align="center"><b>CAUSAS</b></p> <p>Tubagens abertas/flanges mal apertadas. Perdas por juntas e outros acessórios. Falha de manutenção</p>			
<p align="center"><b>ARVORE DE REFERÊNCIA Nº: 7</b></p>			
<p align="center"><b>POSSÍVEL EVOLUÇÃO E CENÁRIOS ACIDENTAIS</b></p> <p align="center">Jet Poolfire</p>			
<p align="center"><b>PROBABILIDADES ESTIMADAS</b></p>			
<p><b>Prob. base do acidente:</b> 3 E-7 (m*ano)<sup>-1</sup></p>			
<p><b>Unidades Estimadas:</b> 20</p>			
<p><b>Prob. do acidente:</b> 6 E-6 (ano)<sup>-1</sup></p>			
<p><b>Probabilidade base dos cenários acidentais:</b></p>		<p><b>Probabilidade dos cenários acidentais (ano<sup>-1</sup>):</b></p>	
BLEVE	0	BLEVE	0
Jet flame	6,5 E-3	Jet flame	3,9 E-8
Pool fire	6,5 E-3	Pool fire	3,9 E-8
Flashfire	0	Flashfire	0
Explosão	0	Explosão	0
Toxicidade	0	Toxicidade	0

